

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
5. Juli 2001 (05.07.2001)

PCT

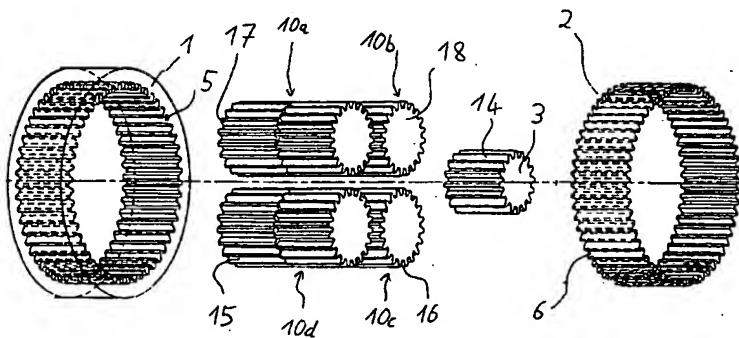
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/48397 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> :	<b>F16H 57/00</b>	100 20 901.7	28. April 2000 (28.04.2000)	DE
(21) Internationales Aktenzeichen:	PCT/EP00/13142	100 30 321.8	27. Juni 2000 (27.06.2000)	DE
(21) Internationales Aktenzeichen:	PCT/EP00/13142	100 60 467.2	19. Dezember 2000 (19.12.2000)	DE
(22) Internationales Anmeldedatum:	22. Dezember 2000 (22.12.2000)	(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): DIRO GMBH & CO. KG [DE/DE]; Vor den Eichen 19/23, 38471 Rüthen-Brechtorf (DE).		
(25) Einreichungssprache:	Deutsch	(72) Erfinder; und		
(26) Veröffentlichungssprache:	Deutsch	(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): TOMCZYK, Hubert [DE/DE]; Simrockstrasse 25, 40237 Düsseldorf (DE).		
(30) Angaben zur Priorität:		(74) Anwalt: BREMER, Ulrich; Einsel & Kollegen, Jasper-allee 1a, 38102 Braunschweig (DE).		
199 63 486.6	28. Dezember 1999 (28.12.1999)	DE		
100 03 350.4	27. Januar 2000 (27.01.2000)	DE		

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ADJUSTING DEVICE

(54) Bezeichnung: VERSTELLVORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to an adjusting device for adjusting two parts having a high demultiplication, for example, two joint parts of a seat back adjusting system or of a control cable adjusting system. The inventive adjusting device comprises a first adjusting toothed wheel (1, 1001) provided with at least one first adjusting denticulation area (5, 1004, 1005), a second adjusting toothed wheel (2, 1002) provided with at least one second adjusting denticulation area (6, 1006, 1007), an input shaft (3, 1003) provided with an input shaft denticulation (14, 1014), and at least two planetary toothed wheels (10a-d, 1010a-f), each of which comprising at least one planetary denticulation area (15, 16, 60, 1009). A first adjusting denticulation area (5, 1005) is engaged with one planetary denticulation area (15, 1009) of each planetary toothed wheel, and a second adjusting denticulation area (6, 1007) is engaged with a planetary denticulation area (16, 1009) of each planetary toothed wheel. The input shaft denticulation (14, 1014) is engaged with a planetary denticulation area (16, 60) of each planetary toothed wheel (10a-d) or engaged with a first adjusting denticulation area (1005) of the first adjusting toothed wheel (1001) and with a second adjusting denticulation area (1007) of the second adjusting toothed wheel (1002). A first adjusting denticulation area (5, 1005, 1004) of the first adjusting toothed wheel and a second adjusting denticulation area (6, 1007, 1006) of the second adjusting toothed wheel have different numbers of teeth and/or the planetary denticulation areas (15, 16), which are engaged with the first and second adjusting denticulation areas (5, 6), have different numbers of teeth.

A2

WO 01/48397

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Verstellvorrichtung zum Versetzen zweier Teile mit hoher Untersetzung, zum Beispiel von zwei Gelenkteilen einer Sitzlehnenverstellung oder einer Seilzugverstellung, mit einem ersten Verstellzahnrad (1, 1001) mit mindestens einem ersten Verstellverzahnungsbereich (5, 1004, 1005), einem zweiten Verstellzahnrad (2, 1002) mit mindestens einem zweiten Verstellverzahnungsbereich (6, 1006, 1007), einer Antriebswelle (3, 1003) mit einer Antriebswellenverzahnung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



**(81) Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— *Ohne internationalem Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.*

**(84) Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

(14, 1014), und mindestens zwei Umlaufzahnräden (10a-d, 1010a-f), die jeweils mindestens einen Umlaufverzahnungsbereich (15, 16, 60, 1009) aufweisen, wobei ein erster Verstellverzahnungsbereich (5, 1005) in Eingriff mit einem Umlaufverzahnungsbereich (15, 1009) jedes Umlaufzahnrades und ein zweiter Verstellverzahnungsbereich (6, 1007) in Eingriff mit einem Umlaufverzahnungsbereich (16, 1009) jedes Umlaufzahnrades ist, wobei die Antriebswellenverzahnung (14, 1014) in Eingriff mit einem Umlaufverzahnungsbereich (16, 60) jedes Umlaufzahnrades (10a-d) oder in Eingriff mit einem ersten Verstellverzahnungsbereich (1005) des ersten Verstellzahnrades (1001) und einem zweiten Verstellverzahnungsbereich (1007) des zweiten Verstellzahnrades (1002) ist, wobei ein erster Verstellverzahnungsbereich (5, 1005, 1004) des ersten Verstellzahnrades und ein zweiter Verstellverzahnungsbereich (6, 1007, 1006) des zweiten Verstellzahnrades unterschiedliche Zähnezahlen aufweisen und/oder die mit den ersten und zweiten Verstellverzahnungsbereichen (5, 6) in Eingriff befindlichen Umlaufverzahnungsbereiche (15, 16) unterschiedliche Zähnezahlen aufweisen.

## Verstellvorrichtung

Die Erfindung bezieht auf eine Verstellvorrichtung zum Verstellen eines zweiten Teiles gegenüber einem ersten Teil. Derartige Verstellvorrichtungen werden insbesondere zum Verstellen von Gelenkteilen wie zum Beispiel Robotergelenkten, einer Sitzlehne, einer Seiltrommel eines Seilzuges oder als Unterstzungsgtriebe zum Beispiel von Turbinen verwendet.

Bei der Verstellung eines Gelenkteiles gegenüber einem anderen Gelenkteil, insbesondere von Gelenkten an einem Roboterarm, ist insbesondere eine gute Positionierbarkeit und drehmomentfeste Bewegung der Gelenkten zueinander erforderlich. Hierzu werden derzeit unter anderem Schrittmotoren eingesetzt, die eine exakte Verstellbarkeit der Gelenkten zueinander gewährleisten, oder zum Beispiel Elektromotoren mit einer hohen Unterstzung.

Bei Verwendung von Motoren, wie zum Beispiel Elektromotoren, mit höheren Drehzahlen kann die erforderliche hohe Unterstzung beispielsweise durch Getriebe mit elastischem Zahnkranz (Harmonic-Drive-Getriebe) verwirklicht werden. Bei diesen als Getriebe wirkenden Verstellungsvorrichtungen sind zwei innenverzahnte Zahnräder mit unterschiedlicher Zähnezahl und ein in den innenverzahnten Zahnräder vorgesehenes außenverzahntes, elastisches Zahnrad vorgesehen, das eine nicht runde, zum Beispiel elliptische Form aufweist und beim Drehen so verformt wird, dass seine Außenzähne nacheinander in die Zahnlücken der innenverzahnten Zahnräder eingedrückt werden, wodurch eine relative Winkelverstellung erreicht wird, bei der die Zähne des außenverzahnten elastischen Zahnrades ständig im Eingriff mit den Innenverzahnungen sind. Der Unterschied der Zähnezahlen der innenverzahnten Zahnräder beträgt dabei  $\geq 2$ . Zum Erreichen großer Unterstzungen sind große Zähnezahlen notwendig, wozu hochelastische, teure und reibungsbeständige Materialien benötigt werden.

Sitzlehnenverstellvorrichtungen werden insbesondere für Kraftfahrzeugsitze verwendet, um die Sitzlehnenneigung in einer von dem Benutzer ausgewählten Position einstellen zu können. Für derartige Sitzlehnenverstellvorrichtungen sind insbesondere Drehverstellungen mit Exzenterantrieb bekannt. Hierbei ist ein au-

5      ßenverzahntes Zahnrad mit kleinerem Durchmesser und kleinerer Zähnezahl in einem innenverzahnten Zahnrad mit größerem Durchmesser und größerer Zähnezahl angebracht, wobei das außenverzahnte Zahnrad mit Hilfe einer Exzenterachse ständig mit dem größeren, äußeren Zahnrad fest verzahnt bleibt und bei Drehung der Exzenterachse zu einer relativen Winkelverstellung führt.

10

Derartige Sitzlehnenverstellvorrichtungen mit Exzenterantrieb erlauben im allgemeinen lediglich eine Bedienung mit relativ hohen Drehmomenten. Weiterhin wird bei der Sitzlehnenverstellung die Sitzlehne nicht nur gedreht oder geklappt, sondern aufgrund des exzentrischen Antriebes in einer Taumel-  
15      bewegung geführt.

Die DE 197 29 562 A1 zeigt eine Sitzlehnenverstellung für einen Kraftfahrzeugsitz, bei der die Verstellung der Lehne durch exzentrisches Verdrehen eines Zahnrades in einem Zahnkranz durch Verschieben eines

20      Keilpaars in einem von einem Gleitlager gebildeten Spalt erfolgt. Zur Verringerung der erforderlichen Verstelldrehmomente sind die Gleitflächen mit einem Gleitlack und einem eine plastische Verformung der Gleitflächen bewirkenden Additiv versehen.

25      Durch eine derartige Schmierung kann zwar eine gewisse Verringerung von Reibungskräften und dadurch des erforderlichen Drehmomentes erreicht werden, der hierbei erzielte Aufwand ist jedoch erheblich und führt zu hohen Fertigungskosten. Weiterhin ist eine entsprechend aufwendige Abdichtung der geschmierten Gleitflächen gegenüber Staub und Feuchtigkeit notwendig. Auch  
30      bei guter Schmierung sind weiterhin relativ hohe Drehmomente notwendig, wobei ebenfalls eine exzentrische Verstellung der Sitzlehne entlang einer Taumelbahn erfolgt.

Seilzugverstellvorrichtungen ermöglichen ein stufenloses Öffnen und Schließen zum Beispiel einer Fensterscheibe oder eines Schiebedachs eines Kraftfahrzeugs. Hierfür sind insbesondere Lösungen mit Schneckengetrieben bekannt. Ein Schneckengetriebe ermöglicht eine hohe Drehzahlreduktion, so dass schnelllaufende, klein bauende Elektromotoren verwendet werden können. Aufgrund des Selbsthemmungseffektes des Schneckengetriebes kann eine Verstellung des eingestellten Seilzuges bei ausgeschaltetem Motor wirksam verhindert werden. Schneckengetriebe weisen weiterhin den Vorteil auf, dass eine hohe Untersetzung mit nur einer Stufe ermöglicht wird, so dass allzu aufwendige, mehrstufige Getriebekonstruktionen nicht erforderlich sind.

Nachteilig an Schneckengetrieben ist jedoch die relativ große Reibung bei einem relativ niedrigen Wirkungsgrad von zum Beispiel 60 %. Hierdurch wird ein Elektromotor mit einer größeren Leistung und die Verwendung von reibungsbeständigen, teuren Materialien für das Schneckenrad erforderlich. Bei hohen Belastungen und hohen Außentemperaturen kann zudem eine große Wärmebelastung des Materials des Schneckenrades auftreten, so dass als Material insbesondere abriebfeste und wärmebeständige Kunststoffe verwendet werden, die dementsprechend kostenaufwendig sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, gegenüber dem Stand der Technik Verbesserung zu schaffen und insbesondere eine Verstellvorrichtung zu schaffen, die mit relativ geringem Aufwand eine genaue und dauerhafte Positionierbarkeit gewährleistet. Hierbei soll vorzugsweise eine feste Klemmung oder Selbstblockade der Teile bei einer hohen Untersetzung und möglichst geringer Reibung gewährleistet sein. Die erfindungsgemäße Verstellvorrichtung soll vorzugsweise mit einfachen Materialien und mit einer einfachen und kostengünstigen Herstellung verwirklicht werden können und eine kleine Dimensionierung und geringe Masse ermöglichen.

Diese Aufgabe wird durch eine Verstellvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die Unteransprüche beschreiben bevorzugte Ausführungsformen.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, zwei miteinander gekoppelte Zahnradsysteme zu schaffen, wobei jedes Zahnradsystem jeweils ein Verstellzahnrad mit Innenverzahnung oder Kegelverzahnung und hierin umlaufende Umlaufzahnräder aufweist, wobei zwischen den Systemen ein Unterschied in den Zähnezahlen vorliegt. Dies kann sowohl mit einem Zahnradsystem mit Innen- und Außenzahnräder als auch in einem Zahnradsystem mit Kegelverzahnungen verwirklicht werden.

Bei den Ausführungsformen mit Innen- und Außenzahnräder wird eine relative Verstellung der Verstellzahnräder mit Innenverzahnungen erreicht, indem diese über gemeinsame Umlaufzahnräder verbunden sind, die von einer Antriebswelle angetrieben werden. Die Umlaufzahnräder weisen hierbei axial voneinander getrennte Bereiche auf, von denen jeweils ein Bereich mit einem der beiden Verstellzahnräder mit Innenverzahnung im Eingriff ist. Indem nunmehr die Zähnezahlen der Innenverzahnungen und/oder die Zähnezahlen der axial voneinander getrennten Außenverzahnungen beziehungsweise Außenverzahnungsbereiche jedes Umlaufzahnrades verschieden sind, weisen das aus der ersten Innenverzahnung und dem ersten Außenverzahnungsbereich gebildete erste Innenradpaarsystem und das aus der zweiten Innenverzahnung und dem zweiten Außenverzahnungsbereich gebildete zweite Innenradpaarsystem unterschiedliche Übersetzungen auf. Da auf jedem der Umlaufzahnräder ein erster Außenverzahnungsbereich und zweiter Außenverzahnungsbereich starr miteinander gekoppelt sind, werden die Verstellzahnräder mit Innenverzahnung zu einer Relativverdrehung gezwungen.

Indem der Unterschied der Zähnezahlen der Innenverzahnungen beziehungsweise der Außenverzahnungsbereiche im Verhältnis zu den Zähnezahlen relativ gering gewählt wird, kann bei einer größeren Drehbewegung der Welle aufgrund des relativ geringen Zähnezahlunterschiedes eine sehr geringe Verdrehung der Verstellzahnräder zueinander erreicht werden, was zu einer hohen Übersetzung führt. Somit können als Antrieb schnelllaufende Motoren mit geringem Drehmoment verwendet werden, wobei aufgrund der hohen Übersetzung eine

kleine, genau positionierbare Verdrehung mit relativ hohem Drehmoment erreicht werden kann.

Somit kann mit wenigen, kostengünstig herstellbaren Teilen (im Wesentlichen

5 Zähnräder mit Innenverzahnung beziehungsweise Außenverzahnung) eine leichtgängige, kleine Verstellvorrichtung mit geringer Masse verwirklicht werden, die dennoch robust ist, große Drehmomente übertragen kann und eine präzise Positionsverstellung gewährleistet, in jeder Position fest klemmt und eine geringe Reibung aufweist. Die Verstellvorrichtung ist hierbei leicht zu montieren und  
10 einfach zu handhaben.

Die Verstellvorrichtung kann hierbei auf unterschiedliche Weise eingesetzt werden. Beispiele sind unter anderem eine manuell betätigbare Verstellvorrichtung für zum Beispiel eine Sitzlehnenverstellung. Hierbei wird erfindungsgemäß keine exzentrische Verstellung der Sitzlehne entlang einer Taumelbahn,

15 sondern eine Verdrehung um die Achse der Welle erreicht, so dass eine gute, genaue und bequeme Positionierung der Sitzlehne möglich ist, ohne dass nachfolgend die Position des Sitzes in vertikaler oder horizontaler Richtung erneut korrigiert werden muss. Weiterhin steigt die Festigkeit von der Konstruktion  
20 bei Verwendung von mehreren Umlaufzahnräder, so dass die Sitzlehne hohe Kräfte übertragen kann. Somit können hohe Kräfte beziehungsweise Drehmomente aufgenommen werden, zum Beispiel bei Unfallaufprällen oder zur Befestigung von Sicherheitsgurten an der Sitzlehne.

25 Vorteilhafterweise hat hierbei das an der Sitzlehne befestigbare zweite Verstellzahnrad eine kleinere Zähnezahl als das an dem Sitzunterbau befestigbare erste Verstellzahnrad, da hierbei die Drehrichtung der Welle der Drehrichtung der Sitzlehne entspricht, was zu einer höheren Benutzerfreundlichkeit führt. Es ist jedoch ein umgekehrter Aufbau möglich, bei dem das  
30 Verstellzahnrad mit kleinerer Zähnezahl am Sitzunterbau befestigt ist, wodurch eine gegenläufige Betätigung der Welle erfolgt.

Weiterhin können erfindungsgemäß als Antrieb Motoren, insbesondere Elektromotoren, verwendet werden. Aufgrund der hohen Untersetzung können

hierbei kostengünstige Motoren mit hohen Drehzahlen verwendet werden. Hiermit können unter anderem Seilzugverstellungen angetrieben werden; weiterhin können Robotergelenke verwirklicht werden, bei dem vorteilhafterweise die Motoren und/oder Verstellvorrichtungen in den Gelenkteilen beziehungsweise

5 Roboterarmteilen untergebracht werden können. Aufgrund der geringen Masse der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung und der geringen Masse der verwendbaren, schnelllaufenden Motoren können Robotergelenke mit geringer Masse hergestellt werden, die bei kleineren Robotern größere Lasten bewegen können.

10

Indem der erste und zweite Außenverzahnungsbereich gleiche Zähnezahlen aufweisen, kann durch eine Differenz der Zähnezahlen der Innenverzahnungen eine hohe Untersetzung des Verstelldrehmomentes erreicht werden. Damit die ersten beziehungsweise zweiten Innenverzahnung im Eingriff sind, ist zumindest bei einem der Umlaufzahnräder ein Winkelversatz zwischen den beiden Außenverzahnungsbereichen vorteilhaft. Um die Positionsgenauigkeit weiter zu erhöhen, ist es vorteilhaft, eine schräge oder etwas kegelige Verzahnung zu verwenden.

15

Erfindungsgemäß können vorteilhafterweise Umlaufzahnräder mit drei oder mehr Außenverzahnungsbereichen verwendet werden. In diesem Fall sind der erste und zweite Außenverzahnungsbereich jeweils in Eingriff mit der ersten beziehungsweise zweiten Innenverzahnung der entsprechenden Verstellzahnräder, und ein dritter Außenverzahnungsbereich ist im Eingriff mit der als Sonnenrad wirkenden Wellenaußenverzahnung. Auch in diesem Fall sind die mindestens drei Außenverzahnungsbereiche jedes Umlaufzahnrades starr miteinander gekoppelt. Vorzugsweise sind sie aus drei beziehungsweise mehr nebeneinander gesetzten, an axialen Flächen miteinander verbundenen Einzelzahnradern hergestellt. Durch die Verwendung eines dritten Außenverzahnungsbereiches kann ein gewünschtes Übersetzungsverhältnis zwischen der Welle und den Umlaufzahnräden hergestellt werden, da dieses Übersetzungsverhältnis durch die Zähnezahlen der Wellenaußenverzahnung und

der dritten Außenverzahnungsbereiche eingestellt werden kann, ohne dass hierdurch die Zähnezahlen der ersten und zweiten Außenverzahnungsbereiche festgelegt werden. Somit kann auch ein gewünschter Unterschied in den Zähnezahlen der Innenverzahnungen beziehungsweise der ersten und zweiten 5 Außenverzahnungsbereiche unabhängig von der Einstellung des Übersetzungsverhältnisses zwischen Welle und Umlaufzahnrädern eingestellt werden.

Der dritte Außenverzahnungsbereich kann vorteilhafterweise in der Mitte zwischen den ersten und zweiten Außenverzahnungsbereichen angeordnet sein. 10 Alternativ hierzu können mindestens zwei dritte Außenverzahnungsbereiche vorgesehen werden, die den ersten Außenverzahnungsbereich und den zweiten Außenverzahnungsbereich zwischen sich aufnehmen, sodass eine gleichmäßige Aufnahme des Antriebsdrehmomentes von der Antriebswelle möglich ist. Bei Verwendung von zwei dritten Außenverzahnungsbereichen sind diese jeweils mit 15 der Wellenaußenverzahnung in Eingriff. Hierzu kann die Wellenaußenverzahnung in mehrere versetzte Bereiche unterteilt sein.

Für die Ausbildung eines gewünschten Zähnezahlverhältnisses zwischen dem dritten Außenverzahnungsbereich und der Wellenaußenverzahnung kann der 20 dritte Außenverzahnungsbereich mit einem größeren oder kleineren Radius als die ersten und zweiten Außenverzahnungsbereiche ausgebildet werden. Somit kann ein weiter Bereich von gewünschten Untersetzungsverhältnissen der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung annähernd kontinuierlich durch Einstellung der Zähnezahlverhältnisse zwischen Wellenaußenverzahnung und 25 drittem Außenverzahnungsbereich, sowie den Zähnezahlunterschieden zwischen der ersten Innenverzahnung und zweiten Innenverzahnung und/oder der ersten Außenverzahnung und zweiten Außenverzahnung eingestellt werden.

Aufgrund der ungleichmäßigen Belastung der verschiedenen Außen- 30 verzahnungsbereiche entstehen Drehmomente senkrecht zu den Achsen der Umlaufzahnräder, die in Richtung auf eine Verkipfung der Umlaufzahnräder wirken. Weiterhin wirken bei hohen Umlaufgeschwindigkeiten Fliehkräfte auf die Umlaufzahnräder, die diese in die Verstellzahnräder drücken können. Um diese

Drehmomente und Fliehkräfte abzufangen, ist es vorteilhaft, die Umlaufzahnräder in einem festem Käfig beziehungsweise mehreren festen Käfigen zu lagern. Die Käfige erfassen die Umlaufzahnräder zum Beispiel an den Axialflächen.

5

Es können anstelle von Käfigen jedoch auch gesonderte Laufflächen auf den Arbeitsteilungsdurchmessern an den axialen Seitenbereichen der Umlaufzahnräder und der Verstellzahnräder vorgesehen werden. Diese Laufflächen ermöglichen eine radiale Abstützung der Umlaufzahnräder an den 10 Verstellzahnrädern, wodurch Verkippungen aufgrund der ungleichmäßigen Belastung und die radialen Fliehkräfte abgefangen werden. Die Laufflächen rollen hierbei aneinander ab.

Die Umlaufzahnräder können aus zwei beziehungsweise drei oder mehr 15 miteinander axial verbundenen Einzelrädern hergestellt werden. Die Einzelräder können miteinander verkeilt, verschweißt, verklebt oder mittels Schrauben verbunden werden. Weiterhin ist eine einteilige Ausbildung eines Umlaufzahnrades als Spritzgussteil möglich. Die Verstellzahnräder können zum Beispiel als Blechstanzteile, Blechpressteile oder Spritzgussteile ausgeführt 20 werden.

Indem eines der Verstellzahnräder gehäusefest angebracht ist und das andere Verstellzahnrad mit einer Abtriebswelle verbunden ist, kann ein Getriebe mit hoher Untersetzung verwirklicht werden. Bei Verwendung von Umlaufrädern mit 25 gleichen Zähnezahlen und Innenverzahnungen mit unterschiedlichen Zähnezahlen kann ein Getriebe ohne Drehrichtungsumkehr verwirklicht werden, indem das Verstellzahnrad mit der Innenverzahnung mit geringerer Zähnezahl gehäusefest angebracht wird, so dass durch die Relativverdrehung der Antriebswelle zu dem Gehäuse eine Verdrehung des zweiten Verstellzahnrades 30 gegenüber dem Gehäuse mit gleicher Drehrichtung bewirkt wird.

Die Umlaufzahnräder und gegebenenfalls das Antriebszahnrad können von einem Führungsrad mit entsprechenden Ausnehmungen, das auf die Welle

gesteckt ist, aufgenommen werden. Das Führungsrad kann hierbei an seiner radialen Außenfläche an einer oder beiden Innenverzahnungen abgleiten, wodurch eine gute, zuverlässige und einfache Lagerung der Achse und der Umlaufzahnräder erreicht wird. Dieses Führungsrad kann ebenfalls als Pressteil oder Stanzteil, insbesondere als Blechpressteil, ausgeführt werden.

5 Die Verstellzahnräder können vorteilhafterweise als tiefgepresste Zahnräder ausgeführt werden, bei denen der innere Bereich nicht ausgestanzt, sondern lediglich in axialer Richtung tiefgepresst ist, so dass sich eine einfache, dichte 10 axiale Abdeckung des Verstellzahnrades ergibt.

15 Zusätzlich können axiale Abdeckungen, zum Beispiel ebenfalls durch Pressteile oder Stanzteile vorgesehen werden.

20 25 30 Erfindungsgemäß kann vorteilhafterweise eine Drehbewegung anstelle oder zusätzlich zu der Drehbewegung der Welle direkt über die Achsen der Umlaufzahnräder erreicht werden. Hierbei kann zum Beispiel ein Antriebsrad in Löcher der Umlaufzahnräder eingreifen und somit eine direkte Verstellung der Umlaufzahnräder in den Verstellzahnrädern erreichen. Somit kann eine Grobverstellung ohne Untersetzung erreicht werden, die für eine schnellere Verstellung durch die bedienende Person hilfreich ist. Die Feineinstellung kann anschließend über die Welle in der oben beschriebenen Weise mit geringem Krafteinsatz beziehungsweise Drehmoment erfolgen. Erfindungsgemäß ist eine Umstellung zwischen der Grobverstellung und der Feinverstellung zum Beispiel durch einen gemeinsamen Drehknopf, der ausgezogen oder eingedrückt wird, und hierbei entweder in die Welle eingreift oder in das Antriebsrad eingreift, möglich.

35 Zur feineren Übersetzung kann das Antriebsrad für die Grobverstellung von außerhalb über ein außenstehendes Zahnrad und eine Rätsche betätigt werden. Eine derartige Ausbildung ist im allgemeinen jedoch nicht notwendig, da erfindungsgemäß bereits durch die Betätigung der Welle eine hinreichende Untersetzung erreicht wird.

Ein weicher Anlauf und ein weiches Stoppen einer Seilzugverstellvorrichtung kann durch einen Stoßdämpferring gewährleistet werden, der zwischen dem ersten Innenzahnrad und einer gehäuseseitigen Befestigung, zum Beispiel einer gehäuseseitigen Abschlusssscheibe angeordnet ist. Dieser Stoßdämpferring kann

5 zum Beispiel Stoßdämpferelemente wie zum Beispiel Gummiklötze aufweisen, die zwischen Vorsprüngen des ersten Innenzahnrades und der gehäuseseitigen Abschlusssscheibe derartig angebracht sind, dass eine elastische und/oder dämpfende Verbindung zwischen dem ersten Innenzahnrad und der gehäuseseitigen Abschlusssscheibe erreicht wird. Hierbei kann gleichzeitig eine

10 Dichtwirkung mit Hilfe eines einteilig mit Gummiklötzen ausgebildeten Dichtringes erreicht werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann eine Verstellvorrichtung auch unter Verwendung von Zahnrädern mit Kegelverzahnungen

15 gebildet werden. Hierbei kann insbesondere ein kleinbauendes Winkelgetriebe gebildet werden. Auch bei dieser Ausführungsform werden zwei Zahnradsysteme ausgebildet, die sich durch einen Unterschied in den Zähnezahlen unterscheiden, wodurch bei kleinen Zähnezahlunterschieden eine sehr hohe Untersetzung erreicht werden kann. Bei dieser Ausführungsform wird zunächst

20 eine relative Verstellung zweier koaxialer Verstellzahnräder mit Kegelverzahnungen erreicht, indem diese von einer gemeinsamen, vorzugsweise gehäuseseitig gelagerten, Antriebswelle mit Antriebskegelverzahnung angetrieben werden. Die Verstellzahnräder weisen hierbei im allgemeinen jeweils mindestens zwei radial zueinander versetzte, vorzugsweise aneinander

25 angrenzende Kegelverzahnungsbereiche auf. Die Antriebskegelverzahnung ist hierbei mit einem Kegelverzahnungsbereich jedes Verstellzahnrades, vorzugsweise dem radial äußeren, in Eingriff. Die Verstellzahnräder sind weiterhin über gemeinsame Umlaufkegelzahnräder miteinander gekoppelt, die jeweils mit dem anderen, vorzugsweise dem radial inneren, Kegelverzahnungsbereich jedes Ver-

30 stellzahnrades in Eingriff sind. Die Umlaufzahnräder mit Umlaufkegelverzahnungen sind jeweils drehbar auf einem Stift einer zu den Verstellzahnrädern koaxialen Abtriebswelle gelagert. Somit wird ein zum Beispiel radial äußeres Zahnradsystem aus der Antriebskegelverzahnung und den radial äußeren

Kegelverzahnungsbereichen und ein zum Beispiel radial inneres Zahnradsystem aus den Umlaufkegelverzahnungen der Umlaufzahnräder und den radial inneren Kegelverzahnungsbereichen gebildet. Diese beiden radial zu einander versetzten, koaxialen Zahnradsysteme sind über die Verstellzahnräder 5 miteinander gekoppelt. Falls die Kegelverzahnungen der beiden Verstellzahnräder gleich wären, würden die Umlaufzahnräder somit lediglich als Gelegeräder dienen und keine Umlaufbewegung durchführen.

Erfindungsgemäß weisen bei dieser Ausführungsform die beiden inneren 10 Kegelverzahnungsbereiche und/oder die beiden äußeren Kegelverzahnungsbereiche unterschiedliche Zähnezahlen auf. Dies kann vorteilhafter Weise und kostengünstig erreicht werden, indem ein Verstellzahnrad mit unterschiedlichen Kegelverzahnungsbereichen und das andere Verstellzahnrad mit einheitlicher Kegelverzahnung hergestellt wird.

15 Hierdurch werden die beiden Zahnradsysteme zu einem unterschiedlichen Drehverhalten gezwungen. Die Umlaufzahnräder werden aufgrund des Zähnezahlunterschiedes hierbei gegenüber der Antriebswelle zu einem Umlauf um die gemeinsame Achse beider Zahnradsysteme gezwungen. Da die Umlaufzahnräder 20 über die Stifte an der Abtriebswelle angebracht sind, wird die Abtriebswelle gedreht.

Indem der Unterschied der Zähnezahlen der inneren und/oder äußeren Kegelverzahnungsbereiche im Verhältnis zu den Zähnezahlen relativ gering gewählt 25 wird, kann bei einer größeren Drehbewegung der Antriebswelle eine geringe Umlaufbewegung der Umlaufzahnräder und somit eine geringe Drehbewegung der Abtriebswelle erreicht werden. Hierdurch wird eine hohe Untersetzung erreicht. Somit können als Antrieb schnell laufende Motoren mit geringem Drehmoment verwendet werden, wobei aufgrund der hohen Untersetzung eine kleine, 30 genau positionierbare Verdrehung mit relativ hohem Drehmoment erreicht werden kann. Hierbei können zum Beispiel bei Zähnezahlen der Kegelverzahnungsbereiche im Bereich von 30 bis 40, einem Zähnezahlunterschied der Kegelverzahnungsbereiche eines Verstellzahnrades von 1 oder 2 und Zähnezahlen der

Antriebskegelverzahnung und der Umlaufkegelverzahnungen von 10 bis 20 zum Beispiel Untersetzungen von über 50, vorzugsweise über 100, zum Beispiel im Bereich von 150 bis 200, erreicht werden.

- 5 Neben dem Abtrieb über die als Steg des Umlaufgetriebes wirkende Abtriebswelle ist grundsätzlich auch ein weiterer Abtrieb von einem oder beiden Verstellzahnradern möglich. Von den Verstellzahnradern können hierbei Abtriebe mit unterschiedlichen Drehrichtungen genommen werden.
- 10 Somit kann mit wenigen, kostengünstig herstellbaren Teilen (im Wesentlichen einige Kegelzahnräder) eine leichtgängige, kleinbauende Verstellvorrichtung mit geringer Masse verwirklicht werden, die dennoch robust ist, große Drehmomente übertragen kann und eine präzise Positionsverstellung gewährleistet, vorzugsweise in jeder Position fest hemmt, und eine geringe Reibung aufweist. Die Ver-  
15 stellvorrichtung ist hierbei leicht zu montieren und einfach zu handhaben. Dieses kleinbauendes Winkelgetriebe weist gegenüber einem herkömmlichen Schneckengetriebe vorteilhafter Weise eine höhere Untersetzung und einen höheren Wirkungsgrad auf.
- 20 Die Kegelverzahnungsbereiche und/oder die Umlaufkegelverzahnungen und/oder die Antriebskegelverzahnung weisen hierbei vorteilhafter Weise eine Palloidialverzahnung auf.  
25 Die erfindungsgemäße Verstellvorrichtung gemäß allen Ausführungsformen kann insbesondere ohne besondere Schmierung auskommen; es ist jedoch eine zusätzliche Schmierung grundsätzlich möglich.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beiliegenden Zeichnungen an einigen Ausführungsformen näher erläutert. Es zeigen:

5      Fig. 1      eine Explosionsdarstellung einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

10     Fig. 2a      eine erfindungsgemäße Verstellvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform im Axialschnitt;

15     Fig. 2b, c    Radialschnitte der Verstellvorrichtung aus Fig. 2a entlang der Schnittlinien A beziehungsweise B;

20     Fig. 3      Detailvergrößerungen aus Fig. 2b;

25     Fig. 4a      eine Verstellvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung im Axialschnitt;

30     Fig. 4b, c    Radialschnitte der Verstellvorrichtung aus Fig. 4a entlang der Schnittlinien C beziehungsweise D;

Fig. 5      eine Verstellvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung im Axialschnitt;

Fig. 6      eine Verstellvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung im Axialschnitt;

Fig. 7      eine Explosionsdarstellung einer Verstellvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 8      eine Darstellung der Ausführungsform von Fig. 7 im Axialschnitt;

Fig. 9      eine perspektivische Darstellung der Ausführungsform von Fig. 7;

Fig. 10 einen Radialschnitt durch die Ausführungsform von Fig. 7;

5 Fig. 11 eine schematische Darstellung eines Axialschnitts einer Verstellvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

10 Fig. 12 a, b einen Radialschnitt und eine perspektivische Ansicht einer Antriebseinheit mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und einem Elektromotor;

Fig. 13 ein Blockschaltbild zu den Ausführungsformen der Fig. 7 bis 11;

Fig. 14 eine weitere, gegenüber Fig. 7 abgewandelte Ausführungsform;

15 Fig. 15 einen in axialer Richtung auseinandergezogenen Aufbau einer Sitzlehnenverstellvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

20 Fig. 16 einen in axialer Richtung auseinandergezogenen Aufbau einer Sitzlehnenverstellvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

25 Fig. 17 einen in axialer Richtung auseinandergezogenen Aufbau einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 18 den zusammengesetzten Aufbau aus Fig. 17;

Fig. 19 den zusammengesetzten Aufbau aus Fig. 16;

30 Fig. 20 einen in axialer Richtung auseinandergezogenen Aufbau einer Sitzlehnenverstellvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 21 einen zusammengesetzten Aufbau einer Sitzlehnenverstellvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

5 Fig. 22 einen zusammengesetzten Aufbau einer Sitzlehnenverstellvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 23 einen in axialer Richtung auseinandergezogenen Aufbau einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

10 Fig. 24 ein erfindungsgemäßes Robotergelenk mit mehreren erfindungsgemäßigen Verstellvorrichtungen im Axialschnitt.

15 Fig. 25 a-e eine Vorderansicht (in Axialrichtung), Seitenansicht, Rückansicht, Draufsicht und perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßigen Seilzugverstellvorrichtung;

Fig. 26 eine axial auseinandergezogene Darstellung einer Seilzugverstellvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

20 Fig. 27 Seiten- und Vorderansichten der einzelnen Bestandteile aus Fig. 26;

Fig. 28 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßigen Verstellvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

25 Fig. 29 eine teilweise in axialer Richtung auseinander gezogene Darstellung der Verstellvorrichtung von Figur 28 mit teilweise aufgebrochenem Gehäuse;

30 Fig. 30a, b eine Draufsicht und Seitenansicht eines ersten Verstellzahnrades und der Antriebswelle mit Antriebskegelzahnrad;

Fig. 31 eine Draufsicht entsprechend Figur 30 mit Abtriebswelle und Umlaufzahnräder;

Fig. 32a, b einen Axialschnitt und eine Seitenansicht einer Abtriebswelle mit Stiften und aufgesetzten Umlaufzahnrädern.

- 5 Gemäß Fig. 1 weist eine Verstellvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform ein erstes Verstellzahnrad 1 mit einer ersten Innenverzahnung 5 und ein in axialer Richtung hierzu versetztes zweites Verstellzahnrad 2 mit einer zweiten Innenverzahnung 6 auf.
- 10 Konzentrisch zu den Verstellzahnrädern 1, 2 ist eine Antriebswelle 3 mit einer Wellenaußenverzahnung 14 angeordnet. Um die Achse herum sind Umlaufzahnräder 10 a, 10 b, 10 c und 10 d verteilt angeordnet. Jedes Umlaufzahnrad 10 a bis 10 d ist jeweils aus zwei Einzelzahnräden 17, 18 gefertigt, die an ihren axialen Stirnflächen miteinander verbunden, zum Beispiel verklebt, verschweißt, 15 verschraubt oder verkeilt sind. Sie können auch als Spritzgussteile miteinander verbunden sein. Somit weist jedes zusammengesetzte Umlaufzahnrad 10 a bis 10 d zwei axial zueinander versetzte, in dieser Ausführungsform direkt aneinander grenzende Außenverzahnungsbereiche auf. Hierbei sind die Umlaufzahnräder derartig in den Verstellzahnräden 1, 2 angeordnet, dass ein 20 erster Außenverzahnungsbereich 15 jedes Umlaufzahnrades in Eingriff mit der ersten Innenverzahnung 5 ist und somit ein Innenradpaar gebildet wird. Zweite Außenverzahnungsbereiche 16 jedes Umlaufzahnrades sind in Eingriff mit der zweiten Innenverzahnung 6 und bilden somit ein zweites Innenradpaar. Die Wellenaußenverzahnung 14 kann in Eingriff mit entweder den ersten 25 Außenverzahnungsbereichen 15 oder den zweiten Außenverzahnungsbereichen 16 sein.

Erfnungsgemäß unterscheiden sich hierbei entweder die Zähnezahlen der ersten Außenverzahnungsbereiche 15 und der zweiten Außenverzahnungsbereiche 16, und/oder es unterscheiden sich die Zähnezahlen der ersten Innenverzahnung 5 und der zweiten Innenverzahnung 6.

Die Einzelzahnräder 17 und 18, die jeweils zu einem Umlaufzahnrad 10 a bis 10 d zusammengesetzt sind, weisen gleiche Arbeitsteilungsdurchmesser auf. Somit wird eine Kopplung der beiden Innenradpaare über die zusammengesetzten Umlaufzahnräder 10 a bis 10 d erreicht, während die 5 Verstellzahnräder 1, 2 zueinander verdrehbar sind.

Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform unterscheiden sich die Zähnezahlen der ersten Außenzahnungsbereiche 15 und der zweiten Außenverzahnungsbereiche 16. Die Wellenaußenverzahnung 14 – die als Sonnenrad in dem 10 Umlaufgetriebe wirkt, ist in Eingriff mit den zweiten Außenverzahnungsbereichen 16, die wiederum in Eingriff mit der zweiten Innenverzahnung 6 sind.

Hierbei kann zum Beispiel die Wellenaußenverzahnung 16 Zähne, die ersten 15 Außenverzahnungsbereiche jeweils 18 Zähne und die zweiten Außenverzahnungsbereiche jeweils 20 Zähne aufweisen. Die Innenverzahnungen können gleiche Zähnezahlen von zum Beispiel Z=51 aufweisen. Weiterhin ist es möglich, dass die Zähnezahlen der ersten Innenverzahnungen 5, 6 ungleich sind. Hierbei kann zum Beispiel die Zähnezahl der Innenverzahnung 51 betragen und die Zähnezahl der zweiten Innenverzahnung 56 betragen.

20

Bei Betätigung der Welle 3 führen die Umlaufzahnräder 10 a bis d eine Umlaufbewegung in beiden Verstellzahnrädern durch, wodurch aufgrund der unterschiedlichen Zähnezahlen der Außenverzahnungsbereiche eine Relativverdrehung der Verstellzahnräder zueinander erzwungen wird.

25

Fig. 2 a-c zeigt eine weitere Darstellung, bei der die Verstellzahnräder 1, 2 in axialer Richtung aneinander liegen. Gemäß Fig. 2a kann ein Lager 9 zur Lagerung dieser Verstellzahnräder gegeneinander vorgesehen sein. Die Verstellzahnräder 1, 2 können anders als in Fig. 2a gezeigt auch axial 30 zueinander beabstandet sein, so dass sie nicht in radialer Richtung aneinander gelagert sind.

Eine Antriebswelle 3 ist über eine Wellenaußenverzahnung 14 im Eingriff mit Umlaufzahnrädern 10a, 10b, 10c, 10d mit ersten Außenverzahnungsbereiche 15a, 15b, 15c, 15d. Die Antriebswelle 3 kann zum Beispiel durch eine stabförmige Welle mit aufgesetztem Außenzahnrad, oder wie in Fig. 2 gezeigt

5 direkt durch eine angetriebene Hohlwelle mit Außenverzahnung 14 ausgebildet werden. Die Umlaufzahnräder weisen jeweils zwei Einzelzahnräder 17, 18 auf, die axial aneinander liegen oder axial zueinander beabstandet sind. Die erste Außenverzahnung ist jeweils an dem ersten Einzelzahnrad 17 angebracht, und an dem zweiten Einzelzahnrad 18 ist jeweils eine zweite Außenverzahnung 16a,

10 16b, 16c, 16d vorgesehen, die in Fig. 2c gezeigt ist. Die Außenverzahnungsbereiche 15a – d und 16a – d weisen jeweils gleiche Zähnezahlen m, zum Beispiel  $m = 14$  auf. Wie in Fig. 2b beziehungsweise der Detailvergrößerung der Fig. 3 gezeigt, liegen hierbei nur an dem Umlaufzahnrad 10a die Zähne der Außenverzahnungsbereiche jeweils deckungsgleich aneinander,

15 während bei den anderen Umlaufzahnrädern 10b, 10c, 10d die jeweiligen Außenverzahnungsbereiche zueinander winkelversetzt sind. Bei dem Umlaufzahnrad 10c, das dem Umlaufzahnrad 10a gegenüber liegt, liegen die Zähne der zweiten Außenverzahnung 16c den Zähnen der ersten Außenverzahnung 15c genau um einen halben Zahn versetzt gegenüber. Bei

20 den anderen Umlaufzahnrädern 10b und 10d beträgt der Winkelversatz jeweils den halben Winkelabstand zwischen zwei Zähnen.

Die erste Innenverzahnung 5 des ersten Verstellzahnrades 1 weist eine größere Zähnezahl n, zum Beispiel  $n = 92$  wie in Fig. 2 gezeigt, als die zweite Innenverzahnung 6 des zweiten Verstellzahnrades 2 auf. Gemäß Fig. 2 weist diese eine Zähnezahl von  $n-1$ , hier  $n-1 = 91$ , auf. Der Winkelversatz zwischen den Innenverzahnungen 5, 6 wird bei dem gezeigten Umlaufgetriebe durch den oben beschriebenen Winkelversatz der Einzelzahnräder 17, 18 beziehungsweise der ersten Innenverzahnungen 15a – d und der zweiten Außenverzahnungsbereiche 16a – d kompensiert, so dass gemäß Fig. 2 die Wellenaußenverzahnung 14, die ersten Außenverzahnungsbereiche 10a – 10d und die erste Innenverzahnung 5 ein erstes Zahnradpaar, sowie die zweiten

Außenverzahnungsbereiche 16a – 16d und die zweite Innenverzahnung 6 ein zweites Zahnradpaar bilden.

Gemäß Fig. 2a können die Einzelzahnräder 17, 18 durch eine 5 Schraubenverbindung 19 miteinander verbunden sein; es ist weiterhin eine Verbindung mittels einer Verklebung, Vernietung oder Verschweißung möglich. Hierbei sind die Einzelzahnräder 17, 18 jeweils drehfest miteinander verbunden, so dass keine Relativverdrehung dieser Einzelzahnräder zueinander möglich ist. Neben der in Fig. 2 gezeigten Ausbildung mit vier Umlaufzahnrädern ist 10 grundsätzlich auch eine Ausbildung mit zwei, drei oder mehr als vier Umlaufzahnrädern, die jeweils symmetrisch um die Antriebswelle 3 herum verteilt sind, möglich.

Bei Betätigung der Welle 3 führen die Umlaufzahnräder 10 somit eine 15 Umlaufbewegung in beiden Verstellzahnrädern durch, wodurch aufgrund der unterschiedlichen Zähnezahlen der Innenverzahnungen 5, 6 eine Relativverdrehung der Verstellzahnräder zueinander erzwungen wird. Hierbei rotieren die Umlaufzahnräder um Verstellzahnräder mit Innenverzahnungen mit unterschiedlicher Übersetzung. Bei zum Beispiel einer Innenverzahnung von 92 20 beziehungsweise 91 Zähnen und einer Außenverzahnung des Antriebsrades von 64 Zähnen wird eine Untersetzung von ca. 222 erreicht. Die Untersetzung kann durch die Zähnezahl der Innenverzahnungen und der Außenverzahnungsbereiche beliebig festgelegt werden. Hierbei können auch unterschiedliche Zähnezahlen der Außenverzahnungsbereiche eingestellt werden, wobei die 25 Zähnezahlen der Innenverzahnungen hierbei gleich oder ebenfalls verschieden sein können.

**In Fig. 2 und 4 dienen Löcher 7, 8 zur Befestigung der Verstellzahnräder an den Gelenkteilen.**

Indem die Zähnezahl der zweiten Innenverzahnung 6 größer als die entsprechende Zähnezahl der ersten Innenverzahnung 5 festgelegt wird, kann anders als bei der gezeigten Ausführungsform der Fig. 2 eine Drehrichtungsumkehr gegenüber der Antriebswelle 3 festgelegt werden.

5

Die gezeigte Umlaufverstellvorrichtung beziehungsweise das Umlaufgetriebe gemäß Fig. 2 kann insbesondere derartig verwendet werden, dass das erste Verstellzahnrad 1 gehäuseseitig befestigt wird, zum Beispiel mit einem Gehäuse eines Motors, der die Antriebswelle 3 antreibt. In diesem Fall wird ein Abtrieb 10 über das zweite Verstellzahnrad 2 erreicht. Alternativ dazu kann auch das zweite Verstellzahnrad 2 an einem Gehäuse befestigt werden, so dass das erste Verstellzahnrad 1 als Abtrieb genommen werden kann.

Bei der in Fig. 4a – c gezeigten weiteren Ausführungsform ist ein 15 Antriebszahnrad 4 konzentrisch an einer Antriebswelle 13, zum Beispiel mittels der gezeigten Schrauben beziehungsweise Bolzen, befestigt. Dieses Antriebszahnrad 4 mit seiner Wellenaußenverzahnung 14 steht mit den zweiten Außenverzahnungsbereichen 16a – d der Umlaufzahnräder 10a – 10d im Eingriff, so dass ein Außenradpaarsystem gebildet wird. Die zweiten 20 Außenverzahnungsbereiche 16a – 16d sind weiterhin mit der zweiten Innenverzahnung 6 des zweiten Verstellzahnrades 2 im Eingriff, wodurch ein Innenradpaarsystem gebildet wird. Die durch zwei Einzelzahnräder 17, 18 gebildeten Umlaufzahnräder 10a – 10d weisen axial versetzt erste Außenverzahnungsbereiche 15a – 15d auf, die wie in der ersten Ausführungsform bei 25 drei Umlaufzahnräder zu den zweiten Außenverzahnungsbereichen versetzt sind. Die ersten Außenverzahnungsbereiche 15a – 15d sind mit der ersten Innenverzahnung 5 des ersten Verstellzahnrades 1 im Eingriff und bilden ein Innenradpaarsystem; sie sind bei dieser Ausführungsform jedoch nicht mit der Wellenaußenverzahnung 14 im Eingriff. Indem das erste Verstellzahnrad 1 über 30 in Löchern 7 vorgesehene Verbindungsbolzen 47 mit einer Abdeckung 23 an einem nicht gezeigten Gehäuse befestigt wird, kann das zweite Verstellzahnrad beziehungsweise eine axiale Abdeckplatte 28 als Abtrieb genommen werden. Indem die zweite Innenverzahnung 6 eine Zähnezahl von n, zum Beispiel n = 92,

und die erste Innenverzahnung 5 eine Zähnezahl  $n-1$ , zum Beispiel  $n-1 = 91$ , aufweist, wird eine gleichsinnige Drehung des zweiten Verstellzahnrades 2 wie die Antriebswelle 13 erreicht.

5 In Fig. 4 kann wie gezeigt die Antriebswelle 13 über Lager 22 an dem ersten Verstellzahnrad 1 beziehungsweise der Platte 23 und über weitere Lager an der Abdeckplatte 28 gelagert werden.

Die weiterhin gezeigten Ausführungsformen der Figuren 5 und 6 zeigen  
10 Hohlwellen 43, 53, wobei die weiteren Komponenten denjenigen der Fig. 4 entsprechen.

Die Ausführungsform der Fig. 1 bis 6 mit zwei axial benachbarten Außenverzahnungsbereichen ermöglicht bereits durch Einstellung von unterschiedlichen Zähnezahlen der Außenverzahnungsbereiche und/oder Innenverzahnungen eine Vielzahl möglicher Untersetzungsverhältnisse. Um ein  
15 Untersetzungsverhältnis noch genauer einstellen zu können, sind gemäß der Ausführungsform von Fig. 7 dritte Außenverzahnungsbereiche 60 in den einzelnen Umlaufzahnradern vorgesehen. Somit weist jedes Umlaufzahnrad drei  
20 axial zueinander benachbarte Einzelzahnräder 17 a bis 17 d, 61 a bis 61 d und 18 a bis 18 d auf. In Fig. 7 sind die Umlaufzahnräder hierbei zur Veranschaulichung in axialer Richtung auseinandergezogen, wobei sie bei dieser Ausführungsform wie auch der Ausführungsform von Fig. 1 tatsächlich starr  
25 miteinander gekoppelt, zum Beispiel verschweißt, verklebt, vernietet, verschraubt oder verkeilt sind beziehungsweise die Umlaufzahnräder als Spritzgussteile einteilig gefertigt sind.

Bei dieser Ausführungsform ist die Wellenaußenverzahnung 14 der Antriebswelle 3 in Eingriff mit dritten Außenverzahnungsbereichen 60, während die  
30 ersten Außenverzahnungsbereiche 15 wiederum in Eingriff mit der ersten Innenverzahnung 5 des ersten Verstellzahnrades 1, und die zweiten Außenverzahnungsbereiche 16 wieder in Eingriff mit der zweiten Innenverzahnung 6 des zweiten Verstellzahnrades 2 sind.

Hierdurch lässt sich bereits ein gewünschtes Untersetzungsverhältnis zwischen der Welle 3 und den Umlaufzahnrädern erreichen, das durch die Zähnezahl der Wellenaußenverzahnung 14 und die Zähnezahl der Außenverzahnungsbereiche

5 60 festgestellt ist. Durch die starre Kopplung der Einzelzahnräder 17, 61 und 18 wird die Drehbewegung jeweils auf die gesamten Umlaufzahnräder übertragen. Auch bei dieser Ausführungsform findet eine relative Verstellung der Verstellzahnräder 1 und 2 zueinander durch Unterschiede der Zähnezahlen der ersten Außenverzahnungsbereiche 15 und zweiten Außenverzahnungsbereiche

10 16, und/oder Unterschiede der Zähnezahlen der ersten Innenverzahnung 5 und zweite Innenverzahnung 6 statt. Eines der beiden Verstellzahnräder, zum Beispiel wiederum das zweite Verstellzahnrad 2, kann zum Beispiel gehäusefest angeordnet werden, so dass sich eine Untersetzung der Drehbewegung der Antriebswelle 3 zu dem ersten Verstellzahnrad 1 ergibt. Hierbei kann das

15 erreichte Untersetzungsverhältnis relativ frei gestaltet werden, da die Zähnezahl der dritten Außenverzahnungsbereiche 60 unabhängig von den Zähnezahlen der ersten Außenverzahnungsbereiche 15 und zweiten Außenverzahnungsbereiche 16 gewählt werden kann.

20 Wie aus **Fig. 5** ersichtlich ist, ist bei der hier gezeigten Ausführungsformen der Fig. 3 bis 5 die Zähnezahl der ersten Außenverzahnungsbereiche 15 und zweiten Außenverzahnungsbereiche 16 wiederum unterschiedlich, wie bereits mit Bezug auf die erste Ausführungsform der Fig. 1, 2 erläutert. Alternativ oder zusätzlich hierzu können Unterschiede der Zähnezahlen der Innenverzahnungen 5, 6 eingestellt werden.

25

Bei der Ausführungsform von **Fig. 7 bis 10** wird eine große Zähnezahl der dritten Außenverzahnungsbereiche erreicht, indem die Einzelzahnräder 61 a bis 61 d einen größeren Radius als die Einzelzahnräder 17 a bis 17 d und 16 a bis 16 d aufweisen. Dies ist insbesondere aus **Fig. 4** ersichtlich. Alternativ hierzu kann gemäß **Fig. 11** der Radius der dritten Einzelzahnräder 161 a bis 161 d auch kleiner als der Radius der ersten Einzelzahnräder 17 a bis 17d und zweiten Einzelzahnräder 18 a bis 18 d ausgebildet werden, wie aus **Fig. 11** ersichtlich ist.

Eine Variation des Radius der dritten Einzelzahnräder 161 a bis 161 d ermöglicht somit eine Vielzahl von einstellbaren Zähnezahlen der dritten Außenverzahnungsbereiche 60. Gemäß Fig. 11 kann ein kompakter Bau in radialer Richtung erreicht werden, da die Außenverzahnung 14 der Antriebswelle 3 in 5 radialer Richtung teilweise überlappt mit den Einzelzahnrädern 17 a, 18 a.

Fig. 12 zeigt einen Antrieb mit einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung in einem Gehäuse 100, in dem ein kleinbauender, schnell laufender Elektromotor 200 angeordnet ist. Indem das zweite Verstellzahnrad 2 starr an das 10 Gehäuse 100 gekoppelt ist, kann eine Untersetzung der schnell laufenden Antriebswelle 3 auf das als Abtriebswelle wirkende erste Verstellzahnrad 1 bewirkt werden. Entsprechend kann auch alternativ zu dieser Ausführungsform das erste Verstellzahnrad 1 gehäusefest und das zweite Verstellzahnrad 2 als Abtriebswelle ausgebildet werden.

15

Fig. 13 zeigt ein Blockschaltbild, bei dem  
 $z_1$ =Zähnezahl der Wellenaußenverzahnung (beziehungsweise des Sonnenrads),  
 $z_2$ =Zähnezahl des dritten Außenverzahnungsbereichs,  
 $z_3$ =Zähnezahl des zweiten Außenverzahnungsbereichs,  
20  $z_4$ =Zähnezahl der zweiten Innenverzahnung,  
 $z_5$ =Zähnezahl des ersten Außenverzahnungsbereichs,  
 $z_6$ =Zähnezahl der ersten Innenverzahnung.

Hierbei dient das zweite Verstellzahnrad als gehäusefeste Anbringung, das erste Verstellzahnrad als Abtrieb Ab und die Antriebswelle als Antrieb An. (Von dem 25 Planetenrad kann grundsätzlich auch ein Abgriff genommen werden.) Es ergibt sich eine

$$\text{Übersetzung } i = (z_6 \times (1 + (z_2 \times z_4) / (z_1 \times z_3))) / (z_6 - z_5 \times z_4 / z_3).$$

Bei der Ausführungsform ohne dritten Außenverzahnungsbereich ist  $z_2=z_3$  oder 30  $z_2=z_5$ .

Mit  $Z_1=54$ ,  $z_2 = z_3 = z_5=15$ ,  $z_4 = 84$ ,  $Z_6=86$  ergibt sich  $i=109,889$ .

Mit  $z_1=15$ ,  $z_2=z_3=z_5=10$ ,  $Z_4=35$ ,  $Z_6=36$  ergibt sich  $i=120$ ,

mit  $z_1=15$ ,  $z_2=z_3=10$ ,  $Z_4=35$ ,  $Z_5=9$ ,  $Z_6=31$  ergibt sich  $i= -206,667$ ,

mit  $z_1=16, z_2=z_3=20, z_4=56, z_5=18, z_6=51$  ergibt sich  $i=382,5$

mit  $z_1=16, z_2=z_3=18, z_4=52, z_5=16, z_6=47$  ergibt sich  $i=256,821$

mit  $z_1=14, z_2=22, z_3=20, z_4=56, z_5=18, z_6=51$  ergibt sich  $i=459$

5 Bei der Ausführungsform der Fig. 14 sind gegenüber der Ausführungsform der Fig. 7 axial seitlich der ersten und zweiten Außenverzahnungsbereiche 15, 16 und axial seitlich der ersten und zweiten Innenverzahnungen 5,6 Laufflächen 150,151,152,153 für eine Abrollbewegung der Umlaufzahnräder in den Verstellzahnräder ausgebildet. Die Laufflächen 150,151,152,153 verlaufen in 10 den einzelnen Zahnräder jeweils auf radialer Höhe der Arbeitsteilungsdurchmesser, sodass sie aufeinander bei der Abrollbewegung der Umlaufzahnräder ebenfalls aneinander abrollen. Hierdurch kann eine radiale Abstützung der Umlaufzahnräder nach außen zum Abfangen von Fliehkräften erreicht werden, um ein allzu starkes Eindrücken der ersten und zweiten 15 Außenverzahnungsbereiche in die ersten und zweiten Innenverzahnungen zu vermeiden. Weiterhin können hierdurch die einzelnen Umlaufzahnräder an axial zu einander versetzten Stellen an den Verstellzahnräder abgestützt werden, sodass die Umlaufzahnräder gegen Verkippbewegungen gesichert werden. Hierdurch können insbesondere Drehmomente, die an den Umlaufzahnräder 20 aufgrund der unterschiedlichen Belastungen der ersten, zweiten und dritten Außenverzahnungsbereiche senkrecht zu der Achse entstehen, abgefangen beziehungsweise verringert werden. Alternativ zu diesen Laufflächen können die Umlaufzahnräder auch in festen Käfigen gehalten und zum Beispiel an ihren axialen Endflächen gestützt werden.

25

Erfindungsgemäß ist es auch möglich, mehr als drei verschiedene Außenverzahnungsbereiche nebeneinander zu setzen. Hierbei können grundsätzlich auch mehr als zwei Verstellzahnräder verwendet werden, die zum Beispiel wahlweise als Abtrieb gewählt werden können.

30

Die Antriebswelle kann wie in den Figuren gezeigt als Stabwelle, oder auch als Hohlwelle ausgebildet sein. Im letzten Feld kann ein Motor in der Antriebshohlwelle angeordnet werden.

In den **Figuren 15 bis 23** wird als eine Anwendung der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung eine Sitzlehnenverstellung für zum Beispiel einen Kraftfahrzeugsitz gezeigt. Gemäß Fig. 15 weist die Antriebswelle 3 an ihrem 5 axialen Ende einen vierkantförmigen Bereich 44 auf, auf dem das Antriebszahnrad 9 mit der Wellenaußenverzahnung aufgesteckt ist.

Das erste Verstellzahnrad 1 ist an einem Sitzunterteil, das heißt insbesondere fahrzeugfest angebracht, wohingegen das zweite Verstellzahnrad an einer 10 Sitzlehne eines Kraftfahrzeuges befestigt ist. Die erste Innenverzahnung 5 des ersten Verstellzahnrades 1 kann eine Zähnezahl von  $m$  von zum Beispiel 38 aufweisen, die Zähnezahl der zweiten Innenverzahnung 6 eine kleinere Zähnezahl von zum Beispiel  $n-1$ , das heißt in diesem Beispiel 37 aufweisen. Bei einer Außenverzahnung von 12 Zähnen wird eine Untersetzung 15 von  $36/12 + 1 = 4$  erreicht

In **Fig. 15** dienen die Löcher 7, 8 zur Befestigung der Verstellzahnräder aneinander.

20 In **Fig. 16** ist zusätzlich zu der Ausführungsform der Fig. 15 ein Führungsrad 119 vorgesehen, das Ausnehmungen 120 und 121 zur Aufnahme der Umlaufzahnräder 10 a, b und eine Ausnehmung 122 zur Aufnahme des Antriebszahnrades 4 aufweist. Bis auf diese Ausnehmungen erstreckt sich das Führungsrad 119 über eine geschlossene Kreisfläche, deren radiale 25 Außenumfangsabschnitte 123, 124 gleitfähig an der ersten Innenverzahnung und der zweiten Innenverzahnung 6 anliegen kann. Hierdurch wird eine radiale Führung erreicht, so dass eine Taumelbewegung der Welle und der Zahnräder in den Innenverzahnungen verhindert werden kann. Hierbei tritt zwar eine gewisse Reibung der Abschnitte 123 und 124 an den Innenverzahnungen auf, da bei 30 Sitzlehnenverstellvorrichtungen jedoch keine hohen Drehzahlen und über die Lebensdauer relativ wenig Verstellbewegungen notwendig, ist der hierbei erzeugte Verschleiß vernachlässigbar. Weiterhin gleiten die Umlaufzahnräder 10 a, b in radialen Innenflächen 150, 151 und das Antriebszahnrad 4 in einer radialen Innenflächen 152 des Führungsrades 119.

Bei Verwendung von drei oder mehr Umlaufzahnrädern sind entsprechend mehr Ausnehmungen in dem Führungsrad 1.19 auszubilden.

Gemäß Fig. 16 können die Verstellzahnräder 1, 2 als Teile von Blechpressteilen 5 127, 128 ausgebildet werden, bei denen Bereiche 125, 126 lediglich tiefgepresst sind, so dass sie axial zu den Verstellzahnrädern 1, 2 versetzt sind. Hierdurch wird eine gute axiale Abdichtung der Sitzlehnenverstellvorrichtung gegenüber Schmutz, Feuchtigkeit, etc. erreicht und der Verschnitt beim Herstellen der Verstellzahnräder gering gehalten. Die in Fig. 2 gezeigte längliche Ausbildung 10 der Blechpressteile 127, 128 kann mit den gezeigten Löchern zur Anbringung an dem Sitzunterbau beziehungsweise der Sitzlehne dienen.

Gemäß Fig. 16 können axiale Abdeckungen 129 auf einer oder beiden Seiten 15 der Sitzlehnenverstellvorrichtung vorgesehen werden und in einfacher Weise auf die Welle 3 aufgesteckt werden. Weiterhin sind auch Befestigungen dieser Abdeckungen an der Sitzlehne beziehungsweise dem Sitzunterbau möglich, so dass sie auf der Welle gleiten beziehungsweise gleitend abdichten können.

Sämtliche in Fig. 15 und 16 gezeigten Teile bis auf die Welle 3 können als 20 Pressteile, Stanzteile, insbesondere Blechpressteile und Blechstanzteile hergestellt werden, so dass ein einfacher, genauer und kostengünstiger Zusammenbau der Sitzlehnenverstellvorrichtung möglich ist.

Fig. 17 zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der eine Buchse 130 zur 25 Aufnahme der Verstellzahnräder 1, 2 vorgesehen ist. Die Buchse trägt weiterhin das Antriebszahnrad 9 und kann einfach auf die Welle 3 aufgesteckt werden.

Fig. 18 zeigt diese Ausführungsform im zusammengebauten Zustand. Eine Lagerung der Verstellzahnräder ist jedoch auch bei den Ausführungsformen der 30 Figuren 15 und 16 möglich, wodurch bei direkter Lagerung auf der Welle im zusammengebauten Zustand die Ausbildung der Figur 19 erreicht wird.

Bei der Ausführungsform der Fig. 20 ist zusätzlich zu der Ausführungsform der Fig. 16 ein Antriebsrad 132 konzentrisch zu der Welle 3 vorgesehen. Das 35 Antriebsrad 132 weist zwei Stifte 133, 134 zum Eingriff in Zentraillöcher 135, 136

der Umlaufzahnräder 10a,b auf. Die Stifte 134, 133 sind hierbei in den Zentraillöchern drehbar. Durch Drehung des Antriebsrades 132 kann somit eine direkte Umlaufbewegung der Umlaufzahnräder 10a,b auf dem Antriebszahnrad 4 erreicht werden, ohne dass hierzu die Welle 3 gedreht werden muss. Somit kann 5 eine Verstellung mit einem höheren Drehmoment als Grobverstellung der Sitzlehne über das Antriebsrad 132 erreicht werden, wohingegen die Feinverstellung in der oben beschriebenen Weise über die Welle 3 erfolgt. Zur Betätigung von außen kann das Antriebsrad 132 einen axialen Vorsprung 138 mit zwei Abflachungen 137 aufweisen, auf die eine entsprechende 10 Betätigungsseinrichtung, zum Beispiel ein Hebel gesteckt wird. Erfindungsgemäß kann insbesondere eine Betätigung sowohl der Welle 3 als auch des Antriebsrades 132 über zum Beispiel einen gemeinsamen Drehknopf erfolgen, der in axialer Richtung zwischen zwei Positionen verstellt werden kann und hierbei wechselweise entweder in die Welle 3 oder das Antriebsrad 132 eingreift. 15 Somit kann der Benutzer durch einfaches Herausziehen des Drehknopfes zwischen den beiden Verstellmöglichkeiten wählen.

Fig. 21 zeigt die Ausführungsform der Fig. 20, bei der der axiale Vorsprung 38 axial hervortritt. Eine Verstellvorrichtung, zum Beispiel ein Drehknopf kann somit 20 entweder in die Abflachung 137 oder die Seiten des Vierkants 44 eingreifen, um die verschiedenen Verstellmöglichkeiten zu ermöglichen. Auf den axialen Vorsprung 138 kann gemäß Fig. 8 ein Außenzahnrad 141 aufgesteckt werden, so dass eine Bedienung der Grobverstellung über eine zusätzliche Rätsche zur besseren Übersetzung und das Außenzahnrad 141 möglich ist.

25 Fig. 23 zeigt eine weitere Ausführungsform mit vier Umlaufrädern 160, 161, 162 und 163. Da die Verbindung zwischen dem Antriebszahnrad 4 und den Verstellzahnräden 1, 2 bei dieser Ausführungsform über vier Umlaufräder, zum Beispiel jeweils zwei Zähne der vier Umlaufräder, erfolgt, kann eine hohe 30 Festigkeit der Sitzlehnenverstellvorrichtung gewährleistet werden. Somit können hohe Kräfte beziehungsweise Drehmomente übertragen werden. Höhere Drehmomente können zum Beispiel bei einem Auffahrungsfall von hinten auftreten, bei dem die Sitzlehne nach hinten beschleunigt wird. Weiterhin können sehr hohe Drehmomente bei einer Anbringung des Sicherheitsgurtes an der Sitzlehne 35 im Falle eines Auffahrungsfalls auf ein vorderes Objekt auftreten. Somit kann

zusätzlich zu den oben beschriebenen erfindungsgemäßen Vorteilen hierbei eine hohe Unfallsicherheit gewährleistet werden.

Die vier Umlaufräder 160 bis 163 können gemäß Fig. 23 von einem Führungsrad 164 mit vier peripheren Ausnehmungen beziehungsweise Löchern 165, 166, 167, 168 sowie einer zentralen Ausnehmung beziehungsweise Aussparung 169 aufgenommen werden, wobei dieses Führungsrad wie in Fig. 16 beschrieben eine gleitende Führung sowohl in den Innenverzahnungen der Verstellzahnräder als auch in den Ausnehmungen 165 bis 168 für die Umlaufräder 10 gewährleistet.

Gemäß Fig. 20 kann die Welle 3 in ein Schutzrohr 142 gesteckt werden. Die Blechpressteile der Figuren 18 bis 23 können auf beliebige Weise miteinander verbunden, zum Beispiel über die Löcher 7, 8 der Fig. 15 miteinander vernietet 15 werden.

**Fig. 24** zeigt ein Robotergelenk, bei dem ein erstes Gelenkteil 233, zum Beispiel ein Roboterarm, mit einem zweiten Gelenkteil 234, sowie einem dritten Gelenkteil 235, zum Beispiel einem weiteren Roboterarmteil, über 20 erfindungsgemäße Verstellvorrichtungen verbunden ist. Der Roboterarm 233 weist ein Gehäuse 225 auf, in dem ein Motor 224 angeordnet ist. Dieser Motor kann beispielsweise ein Elektromotor, zum Beispiel ein gängiger schnelllaufender Elektromotor kleiner Baugröße mit geringem Drehmoment sein. Der Elektromotor ist über eine Anschlussplatte 226 und eine 25 Bolzenverbindung 227 mit einem ersten Verstellzahnrad 1 einer ersten erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung 236 verbunden. Diese Verstellvorrichtung 236 kann jeder der oben beschriebenen Ausführungsformen, insbesondere auch einer Ausführungsform mit drei Außenverzahnungsbereichen entnommen sein. Die Welle 13 des ersten Motors 224 ist über Umlaufzahnräder 30 mit einem zweiten Verstellzahnrad 2 verbunden, das über eine Abdeckplatte 228 und eine Bolzenverbindung 248 mit einem Gehäuse 230 des zweiten Gelenkteils 234 verbunden ist. Bei Betrieb des schnelllaufenden Elektromotors 224 ist dessen Gehäuse 226 über die Bolzenverbindung 227 starr mit dem Gehäuse 225 und dem ersten Verstellzahnrad 1 verbunden, so dass 3

das zweite Verstellzahnrad 2 als Abtrieb mit einer hohen Untersetzung gegenüber der Antriebswelle 13 dient. Hierbei kann eine hohe Untersetzung insbesondere bei einem geringen Unterschied der Zähnezahlen der ersten Innenverzahnung und der zweiten Innenverzahnung erreicht werden. Die 5 Drehrichtung des zweiten Verstellzahnrades 2 kann in gewünschter Weise eingestellt werden, in dem die Zähnezahl der zweiten Innenverzahnung größer oder kleiner als diejenige der ersten Innenverzahnung ist.

Da erfindungsgemäß eine hohe Untersetzung gewährleistet werden kann, 10 können kostengünstige und schnelllaufende, kleinbauende Elektromotor kleiner Baugröße mit hohen Drehzahlen und kleinem Drehmoment verwendet werden, so dass dennoch eine genaue Verstellung und gute Positionierbarkeit des zweiten Verstellzahnrades 2 beziehungsweise des Gehäuseteiles 230 gewährleistet wird. Hierbei ist die erfindungsgemäße Verstellvorrichtung selbst- 15 blockierend, so dass eine starre Positionierung des Gehäuseteils 230 gewährleistet werden kann. In dem zweiten Gelenkteil 234 ist ein zweiter Motor 229 mit einer Antriebswelle 213 vorgesehen, dessen Achse A2 zu der Achse A1 des ersten Motors 224 senkrecht steht oder zumindest geneigt ist. Gemäß Fig. 24 sind zwei Verstellvorrichtungen 231, 232 an beiden Enden des Motors 229 20 vorgesehen; es ist auch eine Ausbildung mit lediglich einer Verstellvorrichtung möglich.

Die zweite Verstellvorrichtung 231 und die zweite Verstellvorrichtung 232 sind wiederum wie in einer der oben beschriebenen Ausführungsformen aufgebaut. 25 Sie können insbesondere drei Außenverzahnungsbereiche aufweisen. Gemäß Fig. 24 ist hierbei ein zweites Verstellzahnrad 202 starr mit dem Gehäuseteil 30 über eine Bolzenverbindung verbunden, so dass bei Betrieb der Welle 213 durch den Elektromotor 229 eine Verstellung dieses Motors 229 oder seines Gehäuseteils 226 mit entsprechender Untersetzung gegenüber der Welle 213 30 über die Umlaufzahnräder und das erste Verstellzahnrad 201, das starr mit dem Motorgehäuse 226 verbunden ist, gewährleistet wird. Mit dem Gehäuse 226 des Motors 229 kann ein Flansch beziehungsweise eine Platte 227 mit einem dritten Gelenkteil 235 verbunden sein. Bei Betrieb des Motors 229 wird somit das dritte

Gelenkteil 235 um die Achse A2 mit entsprechender Untersetzung gegenüber der Welle 213 verdreht.

Somit kann eine Verdrehung mit hoher Untersetzung sowohl um die Achse A1  
5 als auch um die Achse A2 gewährleistet werden, wobei sämtliche Komponenten, das heißt Motoren und Verstellvorrichtungen innerhalb der Gelenkteile, zum Beispiel Roboterarme untergebracht werden können.

Gemäß den **Figuren 25, 26** ist ein Elektromotor in einem Gehäuse 308  
10 vorgesehen. Eine Antriebswelle 3 weist eine Abflachung 303 für eine formschlüssige Aufnahme auf. Die Antriebswelle 3 ragt aus einer Abschlusssscheibe 304 hervor, die als gehäuseseitige Befestigung dient. Die Abschlusssscheibe 304 weist radiale Vorsprünge 305, zum Beispiel sechs gleichmäßig beabstandete radiale Vorsprünge 350 auf.

15

Auf der Antriebswelle 3 sind folgende weitere Bestandteile aufgesetzt:

Ein Stoßdämpfer- und Dichtring 360 ist über die Abschlusssscheibe 304 derartig  
gelegt, dass radial nach innen ragende Gummiklötze 307 zwischen den radialen  
20 Vorsprüngen 350 angeordnet sind. Hierbei können zum Beispiel zwölf gleichmäßig voneinander beabstandete Gummiklötze vorgesehen sein, von denen jeweils zwei zwischen zwei radialen Vorsprüngen angeordnet sind.

Ein erstes Innenzahnrad 301 mit einer ersten Innenverzahnung 305 und axialen  
25 Vorsprüngen 310, die sich zu dem Gehäuse 308 hin erstrecken, ist derartig auf die Antriebswelle 3 aufgesetzt, dass die axialen Vorsprünge 310 jeweils zwischen zwei Gummiklötzen 307 vorgesehen sind. Somit wird eine Lagerung der axialen Vorsprünge 310 zwischen den radialen Vorsprüngen 350 mittels der dazwischen angeordneten Gummiklötze 307 erreicht. Diese Lagerung kann vorzugsweise dicht sein, so dass das erste Innenzahnrad 301 kein Spiel auf der  
30 Abschlusssscheibe 304 besitzt. Aufgrund der Elastizität beziehungsweise Anelastizität der Gummiklötze 307 kann eine weiche Lagerung mit

energieabsorbierender Wirkung erreicht werden. Weiterhin ist auch die Verwendung von voll-elastischen Materialien möglich.

Ein Antriebszahnrad 9 ist auf die Antriebswelle 3 derartig aufgesteckt, dass eine

5 formschlüssige Aufnahme 314 in einem Durchgangsloch 313 des Antriebszahnrades auf der Abflachung 303 der Antriebswelle 3 aufsitzt. Somit wird eine rotationsfeste Anbindung des Antriebszahnrades 9 auf der Antriebswelle 3 erreicht. Das Antriebszahnrad 9 weist eine Antriebsverzahnung 14 als Außenverzahnung auf.

10

Zwischen der Antriebsverzahnung 14 des Antriebszahnrades 9 und der ersten Innenverzahnung 305 sind Umlaufzahnräder 10 angeordnet, beispielsweise fünf voneinander gleichmäßig beabstandete Umlaufzahnräder 10. Die ersten Außenverzahnungen sind mit sowohl der Antriebsverzahnung 14 als auch der 15 ersten Innenverzahnung 305 im Eingriff und bilden somit ein Umlaufgetriebe. Die zweiten Außenverzahnungen ragen in axialer Richtung aus dem ersten Innenzahnrad 301 heraus und sind mit einer zweiten Innenverzahnung 306 des zweiten Verstellzahnrades 302 im Eingriff. Die beiden Verstellzahnräder 301, 302 sind hierbei in axialer Richtung zueinander versetzt, vorzugsweise direkt 20 benachbart, zum Beispiel aneinander gleitend gelagert. Die Umlaufzahnräder wirken somit mit ihren ersten Außenverzahnungen und zweiten Außenverzahnungen jeweils als Umlaufzahnräder in einem ersten und zweiten Zahnradssystem, so dass zwei miteinander starr gekoppelte Zahnradssysteme gebildet werden.

25

Die Umlaufzahnräder 10 können beispielsweise jeweils aus zwei axial miteinander verbundenen Einzelzahnrädern gebildet werden, die jeweils einen Außenverzahnungsbereich 15, 16 aufweisen. Die Kopplung der Zahnradssysteme erfolgt somit über die starre Kopplung der Einzelzahnräder, die jeweils paarweise 30 zu einem Umlaufzahnrad verbunden sind.

Auf der zylindrischen Außenfläche des zweiten Innenzahnrades 302 ist eine Seiltrommel 321 ausgebildet, die mehrere, zum Beispiel vier nebeneinander liegende Wicklungen 325 zur Aufnahme eines Seilzuges aufweist. Hierbei kann vorteilhafterweise ein sich zumindest teilweise in axialer Richtung erstreckender

5 Aufnahmeschlitz 320 vorgesehen sein, in dem ein Seilzug 321 mit einem Seilabschnitt zunächst eingelegt werden kann, woraufhin durch eine Verdrehung des zweiten Innenzahnrades mit der Seiltrommel 321 eine Aufwicklung des Bandes über ein oder mehrere Wicklungen 235 erreicht werden kann, so dass der in dem Aufnahmeschlitz 320 eingelegte Seilabschnitt radial von dem Seilzug

10 326 auf den Wicklungen 325 festgehalten wird.

Die Befestigung des Zahnradsystems auf der Antriebswelle 2 kann wie in Fig. 26 gezeigt über eine Unterlegscheibe 322, eine Sicherung 323 (zum Beispiel ein Spannring) sowie eine Trommelabdichtung 324 erreicht werden. Somit wird ein

15 kompaktes und nach außen abgedichtetes System gebildet.

Der Seilzug 326 kann in der Seilzugverstellvorrichtung über Zuführungen 327, 328 zu der Seiltrommel 321 geleitet werden. Die Seilzugführung erfolgt über die Seiltrommel 321, auf der der Seilzug in einigen Wicklungen aufgewickelt

20 ist.

Bei der Ausführungsform der Fig. 26 sind die Zähnezahlen der ersten Außenverzahnung 15 und zweiten Außenverzahnung 16 der Umlaufzahnräder gleich, in dem in Fig. 27 gezeigten Beispiel beträgt diese Zähnezahl zehn. Die

25 Zähnezahlen der ersten Innenverzahnung 305 und der zweiten Innenverzahnung 306 sind ungleich. Um eine Untersetzung der Drehgeschwindigkeit zu erreichen, ist die Zähnezahl der zweiten Innenverzahnung größer als die Zähnezahl der ersten Innenverzahnung 305. So kann die Zähnezahl der ersten Innenverzahnung 305 betragen und die Zähnezahl der zweiten Innenverzahnung 306. Durch den relativ geringen Zähnezahlunterschied von zum Beispiel nur eins kann eine besonders hohe Untersetzung erreicht werden.

Weiterhin können entsprechend den obigen Ausführungen die Zähnezahlen der ersten Innenverzahnung und zweiten Innenverzahnung 119 ebenfalls ungleich sein. Die Zähnezahl kann entsprechend zum Beispiel 35 und 30 betragen. Weiterhin können die Zähnezahlen der ersten Außenverzahnung und der zweiten Außenverzahnung unterschiedlich sein. Zur Erreichung einer Unter-  
5 setzung sollte hierbei die Zähnezahl der ersten Außenverzahnung größer als die Zähnezahl der zweiten Außenverzahnung eines Umlaufzahnrades sein. Die Zähnezahl der ersten Außenverzahnung kann beispielsweise 10, die Zähnezahl der zweiten Außenverzahnung beispielsweise 9 betragen.

10

Die Zahnräder können bei allen Ausführungsformen beliebig, zum Beispiel trapezförmig sein oder als Evolventen ausgebildet sein. Weiterhin können jeweils korrigierte Zahnradsysteme verwendet werden.

15

Gemäß der weiteren Ausführungsform der Figuren 28 bis 32 weist ein erstes Verstellzahnrad 1001 eine erste Kegelverzahnung auf, die in einen ersten radial äußeren Kegelverzahnungsbereich 1004 und einen ersten radial inneren Kegelverzahnungsbereich 1005 unterteilt ist. Ein zweites Verstellzahnrad 1002 weist entsprechend eine zweite Kegelverzahnung mit einem zweiten radial äußeren Kegelverzahnungsbereich 1006 und einem zweiten radial inneren Kegelverzahnungsbereich 1007 auf. In dieser Ausführungsform weisen die beiden zweiten Kegelverzahnungsbereiche 1006, 1007 gleiche Zähnezahlen auf und sind als einheitlicher zweiter Kegelverzahnungsbereich ausgebildet. Die beiden Verstellzahnräder sind auf einer gemeinsamen Achse A mit einander zuge-  
20 wandten Kegelverzahnungsbereichen angeordnet.

25

Auf einer gehäuseseitig gelagerten Antriebswelle 1003 ist eine Antriebs-kegelverzahnung 1004 ausgebildet ist, zum Beispiel durch ein auf die Antriebswelle aufgesetztes Antriebskegelzahnrad. Die Antriebswelle 1003 ist hierbei rechtwinklig zu der Achse A der beiden Verstellzahnräder angeordnet. Die Antriebskegelverzahnung ist mit den beiden radial äußeren Kegelverzahnungsbereichen 1004, 1006 in Eingriff und bildet mit diesen ein radial äußeres Zahnradsystem.

Eine Abtriebswelle 1011 ist koaxial mit den beiden Verstellzahnradern 1001, 1002 angeordnet und kann sich beispielsweise wie in den **Figuren 28, 29** gezeigt durch beide Verstellzahnräder hindurch erstrecken. An der Abtriebswelle 5 1011 sind zum Beispiel sechs radial nach außen abstehende Stifte 1008 angebracht, die vorteilhafter Weise gleichmäßig in Umfangsrichtung beabstandet sind. Auf den Stiften 1008 sind Umlaufzahnräder 1010 a-f drehbar gelagert und radial nach außen durch Sicherungsscheiben 1012 verliersicher gehalten. Die Umlaufzahnräder weisen Umlaufkegelverzahnungen 1009 auf, die mit den 10 beiden radial inneren Kegelverzahnungsbereichen 1005, 1007 der Verstellzahnräder in Eingriff sind und ein radial inneres Zahnradsystem bilden. Hierbei ist in den Figuren 28, 29, 31 zufälliger Weise eine Position des Umlaufzahnrades 1010 f gezeigt, bei der dieses koaxial mit der Antriebswelle 1003 liegt, so dass die Antriebskegelverzahnung 1014 und die Umlaufkegelverzahnung 1009 15 fluchten; die Antriebswelle 1003 und die Umlaufzahnräder 1010 a-f sind jedoch in radialer Richtung der Achse Verstellzahnräder getrennt und nicht miteinander verbunden.

Ein erstes Gehäuseteil 1015 und ein zweites Gehäuseteil 1016 umgeben die 20 erfindungsgemäße Verstellvorrichtung und weisen Auslassöffnungen für die Antriebswelle 1003 und die Abtriebswelle 1011 auf, die ergänzend zum Beispiel durch Dichtungen abgedichtet sein können.

Erfindungsgemäß weisen die beiden radial inneren Kegelverzahnungsbereiche 1005, 1007 und/oder die beiden radial äußeren Kegelverzahnungsbereiche 1004, 1006 unterschiedliche Zähnezahlen auf. Bei der gezeigten Ausführungsform sind die beiden zweiten Kegelverzahnungsbereiche 1006, 1007 als einheitliche Kegelverzahnung mit gleicher Zähnezahl, und die beiden ersten Kegelverzahnungen 1004, 1005 mit unterschiedlichen Zähnezahlen ausgebildet. 25 Hierbei können zum Beispiel die Zähnezahlen des ersten radial inneren Kegelverzahnungsbereiches 1005 und der zweiten Kegelverzahnungsbereiche 1006, 1007 gleich sein, oder aber es können die Zähnezahlen des ersten radial 30

äußereren Kegelverzahnungsbereiches 1004 und der zweiten Kegelverzahnungsbereiche 1006, 1007 gleich sein.

Die Verstellzahnräder 1001, 1002 führen gegenüber der zwischen ihnen 5 liegenden, gehäuseseitig gelagerten Antriebswelle 1003 eine gegenläufige Drehbewegung durch. Falls die Zähnezahlen der beiden äußeren Kegelverzahnungsbereiche gleich sind, drehen die Verstellzahnräder gegensinnig mit gleicher Drehzahl. Sind diese Zähnezahlen ungleich, dreht das Verstellzahnrad, dessen äußerer Kegelverzahnungsbereich eine größere Zähnezahl aufweist, 10 entsprechend langsamer. Weiterhin führen die Umlaufzahnräder 1010 a-f gegenüber der zwischen ihnen liegenden Antriebswelle 1003 eine gegenläufige Drehbewegung durch. Bei gleichen Zähnezahlen der beiden inneren Kegelverzahnungsbereiche 1005, 1007 drehen die Verstellzahnräder 1001, 1002 auch gegenüber den Umlaufzahnrädern gegensinnig mit gleicher Drehzahl, bei einer 15 ungleichen Zähnezahl drehen sie entsprechend unsymmetrisch.

Würden die beiden inneren Kegelverzahnungsbereiche gleiche Zähnezahlen 20 aufweisen und die beiden äußeren Kegelverzahnungsbereiche gleiche Zähnezahlen aufweisen, würden die Umlaufzahnräder – wie die Antriebswelle – lediglich als Gelegeräder um ihre eigenen Achsen rotieren und somit keine Umlaufbewegung um die Achse A durchführen. Aufgrund des genannten 25 unsymmetrischen Zähnezahlunterschiedes zwischen den beiden inneren und/oder den beiden äußeren Kegelverzahnungsbereichen werden die Umlaufzahnräder jedoch zu einer Umlaufbewegung um die Achse A gezwungen.

25 Eine hohe Untersetzung kann nunmehr durch einen geringen Zähnezahlunterschied bewirkt werden, der insbesondere 1 oder 2 betragen kann.

Es ergeben sich für folgende Zähnezahlen  $z_9$  der Umlaufzahnräder,  $z_{14}$  der 30 Antriebsverzahnung und  $z_4, z_5, z_6, z_7$  der betreffenden Kegelverzahnungsbereiche 1004, 1005, 1006, 1007 und  $z_9=z_{14}$  folgende Untersetzungen i:  
Mit  $z_9=14, z_4=37, z_5=36, z_6=z_7=36$  eine Untersetzung von ca.  $i=190$ ,  
Mit  $z_9=14, z_4=36, z_5=35, z_6=z_7=35$  eine Untersetzung von ca.  $i=180$ ,

Mit  $z_9=14$ ,  $z_4=35$ ,  $z_5=34$ ,  $z_6=z_7=34$  eine Untersetzung von ca.  $i=170$ ,

Mit  $z_9=14$ ,  $z_4=36$ ,  $z_5=34$ ,  $z_6=z_7=34$  eine Untersetzung von ca.  $i=93$ ,

Mit  $z_9=14$ ,  $z_4=36$ ,  $z_5=34$ ,  $z_6=34$ ,  $z_7=35$  eine Untersetzung von ca.  $i=60$ .

**Patentansprüche**

1. Verstellvorrichtung, mit  
5 einem ersten Verstellzahnrad (1,1001) mit mindestens einem ersten Verstellverzahnungsbereich (5,1004,1005),  
einem zweiten Verstellzahnrad (2,1002) mit mindestens einem zweiten Verstellverzahnungsbereich (6,1006,1007),  
einer Antriebswelle (3,1003) mit einer Antriebswellenverzahnung  
10 (14,1014), und  
mindestens zwei Umlaufzahnräder (10 a – d, 1010 a-f), die jeweils mindestens einen Umlaufverzahnungsbereich (15, 16, 60, 1009) aufweisen,  
wobei ein erster Verstellverzahnungsbereich (5,1005) in Eingriff mit einem  
15 Umlaufverzahnungsbereich (15, 1009) jedes Umlaufzahnrades und ein zweiter Verstellverzahnungsbereich (6, 1007) in Eingriff mit einem Umlaufverzahnungsbereich (16, 1009) jedes Umlaufzahnrades ist,  
wobei die Antriebswellenverzahnung (14, 1014) in Eingriff mit einem Umlaufverzahnungsbereich (16, 60) jedes Umlaufzahnrades (10a-d) oder  
20 in Eingriff mit einem ersten Verstellverzahnungsbereich (1005) des ersten Verstellzahnrades (1001) und einem zweiten Verstellverzahnungsbereich (1007) des zweiten Verstellzahnrades (1002) ist,  
wobei ein erster Verstellverzahnungsbereich (5, 1005, 1004) des ersten Verstellzahnrades und ein zweiter Verstellverzahnungsbereich (6, 1007,  
25 1006) des zweiten Verstellzahnrades unterschiedliche Zähnezahlen aufweisen und/oder die mit den ersten und zweiten Verstellverzahnungsbereichen (5, 6) in Eingriff befindlichen Umlaufverzahnungsbereiche (15, 16) unterschiedliche Zähnezahlen aufweisen.

2. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der erste Verstellverzahnungsbereich als erste Innenverzahnung (5)  
und der zweite Verstellverzahnungsbereich als zweite Innenverzahnung  
5 (6) ausgebildet ist,

die Antriebswelle (3) konzentrisch zu dem ersten Verstellzahnrad (1) und  
dem zweiten Verstellzahnrad (2) angeordnet ist, und die  
Antriebswellenverzahnung als Wellenaußenverzahnung (14) ausgebildet  
ist,

10 die Umlaufzahnräder (10a-d) mindestens zwei axial zueinander versetzte  
Außenverzahnungsbereiche (15,16,60) aufweisen,  
die erste Innenverzahnung (5) in Eingriff mit einem ersten  
Außenverzahnungsbereich (15) jedes Umlaufzahnrades und die zweite  
Innenverzahnung (6) in Eingriff mit einem zweiten Außen-  
15 verzahnungsbereich (16) jedes Umlaufzahnrades ist, und die  
Wellenaußenverzahnung (14) in Eingriff mit einem der  
Außenverzahnungsbereiche (16, 60) jedes Umlaufzahnrades ist, und  
die erste Innenverzahnung (5) und die zweite Innenverzahnung (6)  
unterschiedliche Zähnezahlen (n, n-x) und/oder die ersten  
20 Außenverzahnungsbereiche (15a – d) und die zweiten Außen-  
verzahnungsbereiche (16a – d) unterschiedliche Zähnezahlen (m)  
aufweisen.

3. Verstellvorrichtung nach Anspruch 2,

25 dadurch gekennzeichnet,  
dass eines der Verstellzahnräder (1) gehäusefest angebracht ist und das  
andere Verstellzahnrad (2) mit einer Abtriebswelle verbunden ist.

4. Verstellvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die erste Innenverzahnung (5) und die zweite Innenverzahnung (6)  
unterschiedliche Zähnezahlen (n, n-x) aufweisen und die ersten  
5 Außenverzahnungsbereiche (15a - d) und die zweiten  
Außenverzahnungsbereiche (16a - d) gleiche Zähnezahlen (m)  
aufweisen, wobei zumindest bei einem Umlaufzahnrad (10b, c, d) die  
erste Außenverzahnung (15b, c, d) und die zweite Außenverzahnung  
(16b, c, d) einen Winkelversatz zueinander aufweisen.

10

5. Verstellvorrichtung nach Anspruch 3 und 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Verstellzahnrad mit der geringeren Zähnezahl gehäusefest  
angebracht und das Verstellzahnrad mit der größeren Zähnezahl an der  
15 Abtriebswelle angebracht ist.

15

6. Verstellvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Zähnezahlen der ersten Innenverzahnung und zweiten  
20 Innenverzahnung gleich sind und die Zähnezahl des ersten  
Außenverzahnungsbereich (15) größer als die Zähnezahl der zweiten  
Außenverzahnungsbereiche (16) ist.

20

7. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6,

25

dadurch gekennzeichnet,  
dass die Umlaufzahnräder (10 a, b, c, d) jeweils mindestens drei,  
vorzugsweise genau drei, axial zueinander versetzte  
Außenverzahnungsbereiche (15, 16, 60) aufweisen, wobei die  
Wellenaußenverzahnung (14) im Eingriff mit einem dritten  
30 Außenverzahnungsbereich (60) jedes Umlaufzahnrades ist.

8. Verstellvorrichtung nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der dritte Außenverzahnungsbereich (60) eine größere oder  
kleinere Zähnezahl als der erste Außenverzahnungsbereich (15) und/oder  
5 der zweite Außenverzahnungsbereich (16) aufweist.
9. Verstellvorrichtung nach Anspruch 7 oder 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der dritte Außenverzahnungsbereich (60) zwischen dem ersten  
10 Außenverzahnungsbereich (15) und dem zweiten Außenverzahnungs-  
bereich (16) der Umlaufzahnräder angeordnet ist.
10. Verstellvorrichtung nach Anspruch 8 oder 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
15 **dass** zumindest an einigen Umlaufzahnrädern mehrere dritte Außen-  
verzahnungsbereiche vorgesehen sind.
11. Verstellvorrichtung nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
20 **dass** die ersten und zweiten Außenverzahnungsbereiche (15,16) der  
Umlaufzahnräder jeweils zwischen zwei dritten Außenverzahnungs-  
bereichen vorgesehen sind.
12. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 11,  
25 **dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Umlaufzahnräder (10a – d) jeweils aus mindestens zwei oder  
drei miteinander axial verbundenen, vorzugsweise verkeilten,  
verschweißten, verklebten oder verschraubten, Einzelzahnrädern (17, 18,  
61) bestehen.

13. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Verstellzahnräder (1, 2) als Blechstanzteile, Blechpressteile  
oder Bereiche von Blechpressteilen (127, 128) gefertigt sind.

5

14. Verstellvorrichtung nach Anspruch 13,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** mindestens ein Verstellzahnrad (1, 2) als äußerer Bereich eines  
Blechpressteils (127, 128) ausgebildet ist, dessen innerer  
Bereich (125, 126) tiefgepresst ist.

10

15. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 14,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** konzentrisch auf der Antriebswelle (13) ein Antriebszahnrad (4) mit  
der Wellenaußenverzahnung (14) angebracht ist.

15

16. Verstellvorrichtung nach Anspruch 15,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Antriebszahnrad (4) auf der Welle verdrehsicher, zum Beispiel  
auf einem nicht runden, zum Beispiel vierkantförmigen Abschnitt (44) der  
Welle aufgesteckt ist.

20

17. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 16,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die erste Innenverzahnung (5) und die zweite Innenverzahnung (6)  
gleiche Arbeitsteilungsdurchmesser aufweisen und die ersten  
Außenverzahnungsbereiche (15) und die zweiten Außenverzahnungsbereiche (16) gleiche Arbeitsteilungsdurchmesser aufweisen.

25

30 18. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 17,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Antriebswelle (3) als Stabwelle oder Hohlwelle ausgebildet ist.

19. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass an den Umlaufzahnrädern und dem ersten und/oder zweiten  
Verstellzahnrad Laufflächen (150, 151, 152, 153) für eine  
5 Abrollbewegung vorgesehen sind.

20. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 19,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass Käfige zur Aufnahme der Umlaufzahnräder vorgesehen sind.  
10

21. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 20,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass vier oder fünf Umlaufzahnräder vorgesehen sind.

15 22. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 21,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Zähnezahlen (n, n-1) der Innenverzahnungen (5, 6) und die  
Zähnezahlen (m) der ersten und zweiten Außenverzahnungsbereiche  
20 (15a – d, 16a – d) in einem Verhältnis von 3:1 bis 12:1,  
vorzugsweise 5:1 bis 8:1 stehen.

23. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 22,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass sich die Zähnezahl (n) der ersten Innenverzahnung (5) von der  
25 Zähnezahl (n-1) der zweiten Innenverzahnung (6) und/oder die Zähnezahl  
der ersten Außenverzahnungsbereiche (15) von der Zähnezahl der  
zweiten Außenverzahnung (16) um 1 unterscheidet.

24. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 23,  
30 dadurch gekennzeichnet,  
dass ein Führungsrad (119) an der Welle (3) befestigt ist, das Ausnehmungen (120, 121, 122) mit inneren Anlageflächen (150, 151, 152) zur  
gleitfähigen Aufnahme der Umlaufzahnräder (10a,b) und des Antriebs-

zahnrades (4) aufweist und radial äußere Anlageflächen (123, 124) zur gleitfähigen Anlage an der ersten und/oder zweiten Innenverzahnung (5, 6) aufweist.

5        25. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 24,  
          **dadurch gekennzeichnet,**  
          **dass** ein Umlaufantriebsrad (132) für eine Grobverstellung konzentrisch  
          zu der Welle angeordnet ist, das mindestens zwei Stifte (133, 134) zum  
          insbesondere drehbaren Eingriff in Zentraillöcher (135, 136) der  
10        Umlaufzahnräder (10a,b) aufweist.

26. Verstellvorrichtung nach Anspruch 25,  
      **dadurch gekennzeichnet,**  
      **dass** das Umlaufantriebsrad (132) von außerhalb der Verstellvorrichtung  
15        betätigbar ist, vorzugsweise über Abflachungen (137) eines axialen  
          Vorsprunges (138).

27. Verstellvorrichtung nach Anspruch 26,  
      **dadurch gekennzeichnet,**  
20        **dass** das Umlaufantriebsrad (132) über eine radiale Außenfläche (139)  
          drehbar in einem Verstellzahnrad (1) oder einer Anlage (140) eines mit  
          dem Verstellzahnrad zusammenhängenden Blechpressteils (127)  
          gelagert ist.

25        28. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 27,  
          **dadurch gekennzeichnet,**  
          **dass** an der Welle (3) ein von außen zugängiges Betätigungs Zahnräder  
          (141) zur Bedienung einer Rätsche vorgesehen ist.

29. Sitzlehnenverstellvorrichtung zum Verstellen einer Sitzlehne gegenüber einem Sitzunterteil, mit einer Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 28,

5 wobei ein Verstellzahnrad an der Sitzlehne und das andere Verstellzahnrad an dem Sitzunterteil befestigbar ist.

30. Sitz mit einer Sitzlehnenverstellvorrichtung nach Anspruch 29.

31. Gelenk, insbesondere Robotergelenk, mit mindestens drei Gelenkteilen

10 (233, 234, 235), wobei ein zweiter Gelenkteil (234) über eine erste Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 28 gegenüber einem ersten Gelenkteil (233) um eine erste Achse (A1) verdrehbar ist und ein dritter Gelenkteil (235) gegenüber dem zweiten Gelenkteil (234) über eine zweite Verstellvorrichtung (231) nach einem der Ansprüche 2 bis 28 um eine von der ersten Achse (A1) verschiedene zweite Achse (A2) verdrehbar ist.

15 32. Gelenk nach Anspruch 31,

dadurch gekennzeichnet,

20 dass die zweite Achse (A2) gegenüber der ersten Achse (A1) verdreht ist, vorzugsweise senkrecht zu dieser verläuft.

33. Gelenk nach Anspruch 31 oder 32,

dadurch gekennzeichnet,

25 dass der erste Gelenkteil (233) und der zweite Gelenkteil (234) jeweils mit einem Verstellzahnrad (1, 2) der ersten Verstellvorrichtung (236) verbunden ist und/oder der zweite Gelenkteil (234) und der dritte Gelenkteil (235) jeweils mit einem Verstellzahnrad (201, 202) der zweiten Verstellvorrichtung (231) verbunden ist.

34. Gelenk nach einem der Ansprüche 31 bis 33,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass in dem ersten Gelenk (233) ein erster Antriebsmotor (224) zur  
Verdrehung des zweiten Gelenkteiles (234) gegenüber dem ersten  
5 Gelenkteil (233) angeordnet ist.

35. Gelenk nach einem der Ansprüche 31 bis 34,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass in dem zweiten Gelenkteil (234) ein zweiter Antriebsmotor (229) zur  
10 Verdrehung des dritten Gelenkteils (235) gegenüber dem zweiten  
Gelenkteil (234) angeordnet ist.

36. Gelenk nach einem der Ansprüche 31 bis 35,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 dass der zweite Gelenkteil (234) und der dritte Gelenkteil (235) über die  
zweite Verstellvorrichtung (231) und eine dritte Verstellvorrichtung (232)  
nach einem der Ansprüche 2 bis 28 drehbar verbunden sind.

37. Gelenk nach einem der Ansprüche 31 bis 36,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 dass die erste Verstellvorrichtung (236) in dem ersten Gelenkteil (233)  
und/oder die zweite Verstellvorrichtung (231) und gegebenenfalls die  
dritte Verstellvorrichtung (232) in dem zweiten Gelenkteil (234)  
angeordnet sind.

25 38. Gelenk nach einem der Ansprüche 31 bis 37,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Verstellzahnräder (1, 2) über ein Vierpunkt lager (9) verbunden  
sind.

39. Seilzugverstellvorrichtung zum Verstellen eines Seilzuges (326), insbesondere für einen Fensterheber oder Schiebedachheber, mit einer Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 28,  
5 wobei das erste Verstellzahnrad (301) gehäuseseitig befestigbar ist und das zweite Verstellzahnrad (302) an einer Seiltrommel (21) befestigbar ist.

40. Seilzugverstellvorrichtung nach Anspruch 39,  
dadurch gekennzeichnet,  
10 dass die Seiltrommel (321) an einem radialen Außenumfang des zweiten Verstellzahnrades (302) angebracht ist.

41. Seilzugverstellvorrichtung nach Anspruch 40,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 dass auf der Seiltrommel mehrere, axial nebeneinander angeordnete Wicklungen (325) ausgebildet sind.

42. Seilzugverstellvorrichtung nach Anspruch 40 oder 41,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 dass auf der Seiltrommel (321) ein zumindest teilweise in axialer Richtung verlaufender Aufnahmeschlitz (320) zum Aufnehmen eines Seilzugabschnittes vorgesehen ist, wobei ein aufgenommener Seilzugabschnitt durch den auf den Wicklungen (325) aufliegenden Seilzug radial festgehalten wird.  
25

43. Seilzugverstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 42,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das erste Verstellzahnrad (301) mit einer gehäuseseitigen Abschluss Scheibe (304) torsionsweich und/oder mit Winkel Spiel  
30 verbunden ist.

44. Seilzugverstellvorrichtung nach Anspruch 43,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass zwischen dem ersten Verstellzahnrad und der Abschluss scheibe ein**  
**Stossdämpferring (306) angeordnet ist.**

5

45. Seilzugverstellvorrichtung nach Anspruch 44,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass das erste Verstellzahnrad axiale Vorsprünge (310) aufweist, die**  
**zwischen radialen Vorsprüngen (305) der Abschluss scheibe (304) liegen,**  
10 **wobei Stossdämpferelemente, vorzugsweise Gummiblöcke (307), des**  
**Stossdämpferringes (306) zwischen den radialen Vorsprüngen (305) und**  
**den axialen Vorsprüngen (310) angeordnet sind.**

10

46. Seilzugverstellvorrichtung nach Anspruch 45,  
15 **dadurch gekennzeichnet,**  
**dass die Stossdämpferelemente (307) dichtend zwischen den radialen**  
**Vorsprüngen und den axialen Vorsprüngen anliegen.**

15

20

47. Fensterheber oder Schiebedachheber mit einer Seilzugvorrichtung nach  
einem der Ansprüche 39 bis 46.

48. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das erste Verstellzahnrad (1001) mindestens einen ersten radial  
äußeren Kegelverzahnungsbereich (1004) und einen ersten radial  
inneren Kegelverzahnungsbereich (1005) aufweist,  
das zweite Verstellzahnrad (1002) mindestens einen zweiten radial  
äußeren Kegelverzahnungsbereich (1006) und einen zweiten radial  
inneren Kegelverzahnungsbereich (1007) aufweist,  
die Antriebswelle (1003) eine Antriebskegelverzahnung (1014) aufweist;  
eine Abtriebswelle (1011) vorgesehen ist, die konzentrisch zu dem ersten  
Verstellzahnrad (1001) und dem zweiten Verstellzahnrad (1002)  
angeordnet ist und radial nach außen abstehende Stifte (1008) aufweist,  
die mindestens zwei Umlaufzahnräder (1010 a-f) drehbar auf Stiften  
(1008) gelagert sind und Umlaufkegelverzahnungen (1009) aufweisen;  
der erste radial innere Kegelverzahnungsbereich (1005) und der zweite  
radial innere Kegelverzahnungsbereich (1007) in Eingriff mit den  
Umlaufkegelverzahnungen (1009) der Umlaufzahnräder (1010) sind, und  
die Antriebskegelverzahnung (1014) in Eingriff mit dem ersten und  
zweiten radial äußeren Kegelverzahnungsbereich (1004, 1006) ist, und  
der erste radial innere Kegelverzahnungsbereich (1005) und der zweite  
radial innere Kegelverzahnungsbereich (1007) unterschiedliche  
Zähnezahlen und/oder der erste radial äußere Kegelverzahnungs-  
bereich (1004) und der zweite radial äußere Kegelverzahnungsbereich  
(1006) unterschiedliche Zähnezahlen aufweisen.

25

49. Verstellvorrichtung nach Anspruch 48,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Antriebswelle (1003) und die Abtriebswelle (1011) rechtwinklig  
zueinander angeordnet sind.

30

50. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 49,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der erste radial innere Kegelverzahnungsbereich (1005) und der  
erste radial äußere Kegelverzahnungsbereich (1004) unterschiedliche  
5 Zähnezahlen und der zweite radial innere Kegelverzahnungsbereich  
(1007) und der zweite radial äußere Kegelverzahnungsbereich (1006)  
gleiche Zähnezahlen aufweisen.

10 51. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 50,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der erste radial innere Kegelverzahnungsbereich (1005) und der  
zweite radial innere Kegelverzahnungsbereich (1007) gleiche  
Zähnezahlen aufweisen.

15 52. Verstellvorrichtung nach Anspruch 51,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der zweite radial innere Kegelverzahnungsbereich und der zweite  
radial äußere Kegelverzahnungsbereich als eine einheitliche zweite  
Kegelverzahnung (1006) ausgebildet sind.

20 53. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 52,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass sechs Umlaufzahnräder (1010 a-f) vorgesehen sind.

25 54. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 53,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Umlaufzahnräder (1010 a-f) gleichmäßig beabstandet sind.

30 55. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 54,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Antriebswelle (1003) gehäusefest gelagert ist.

56. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 55,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass die Verstellzahnräder gehäusefest gelagert sind.**

5 57. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 56,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass die Antriebskegelverzahnung, die Verstellzahnräder und die Umlaufkegelzahnräder in einem zweiteiligen Gehäuse (1015, 1016) aufgenommen sind.**

10 58. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 57,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass die Kegelverzahnungsbereiche und/oder die Umlaufkegelverzahnungen und/oder die Antriebskegelverzahnung eine Palloidalverzahnung aufweisen.**

15 59. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 58,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass der Unterschied in den Zähnezahlen der inneren und äußeren Kegelverzahnungsbereiche (1004, 1005) eins beträgt.**

20 60. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 59,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass die Antriebskegelverzahnung und die Umlaufkegelverzahnungen gleiche Zähnezahlen aufweisen.**

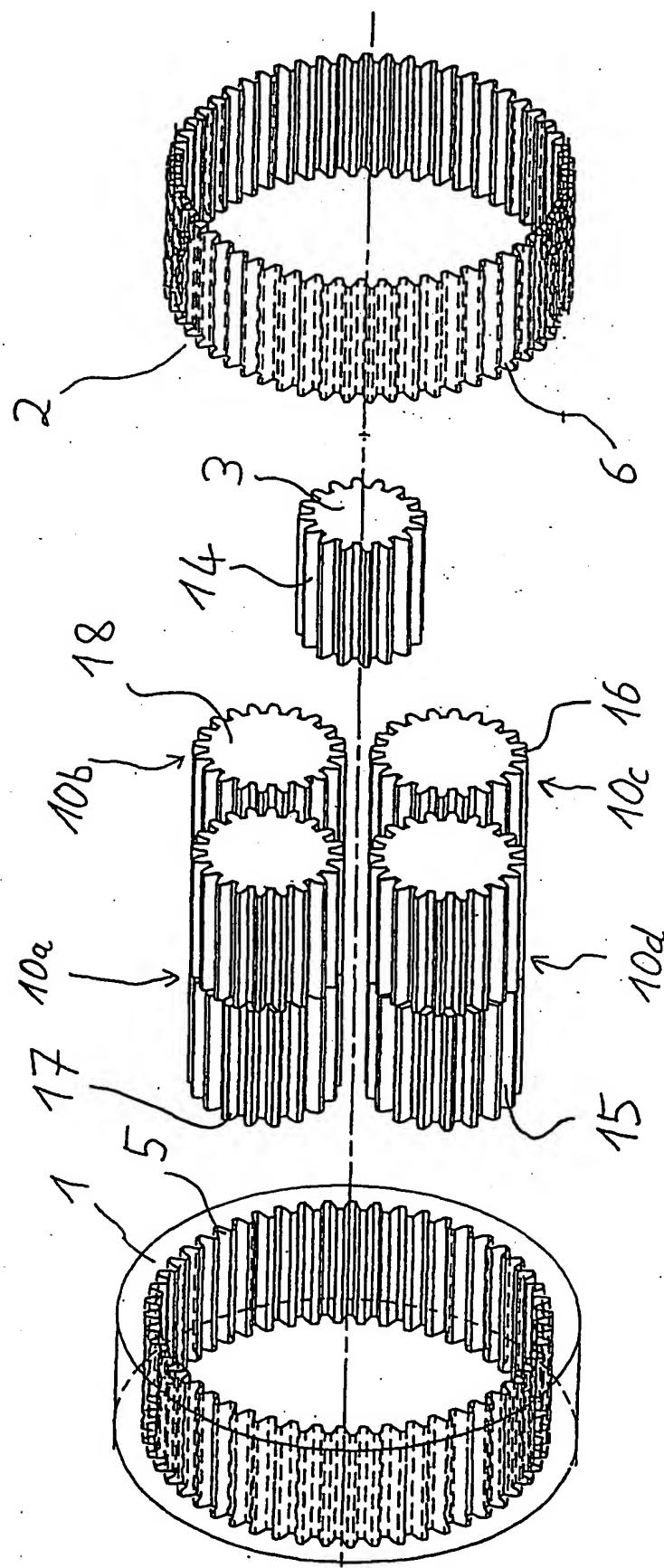
25 61. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 60,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass das Verhältnis der Zähnezahlen der Kegelverzahnungsbereiche (1004, 1005, 1006, 1007) und der Zähnezahlen der Umlaufkegelverzahnung oder Antriebskegelverzahnung ein einem Bereich von 3:1 bis 2:1 liegt.**

**62. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 61,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zumindest eines der beiden Verstellzahnräder (1001, 1002) mit  
einer zweiten Abtriebswelle verbunden ist.**

5

**63. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 48 bis 62,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass sie ein Winkelgetriebe ist.**

10



**Fig. 1**

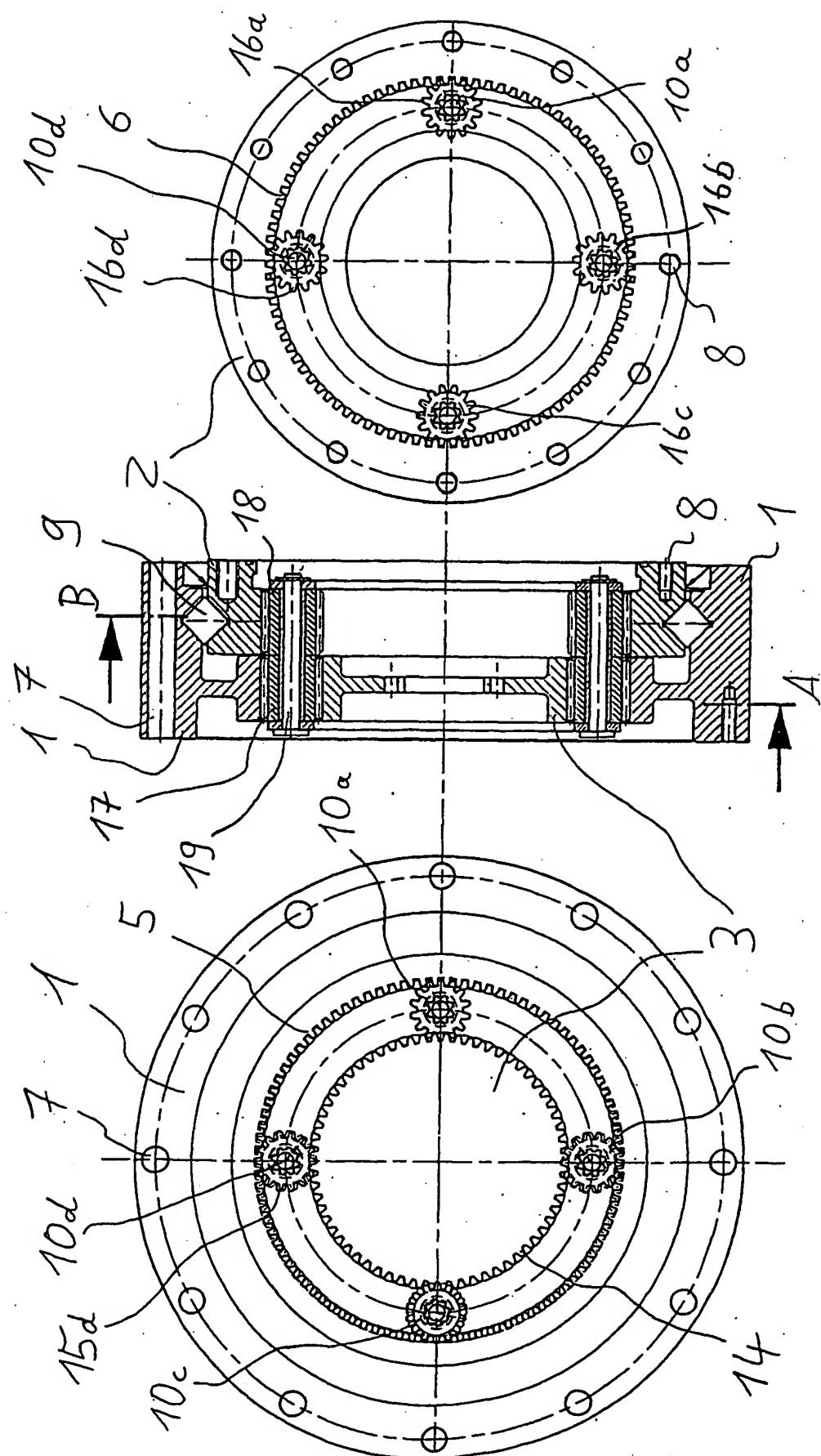
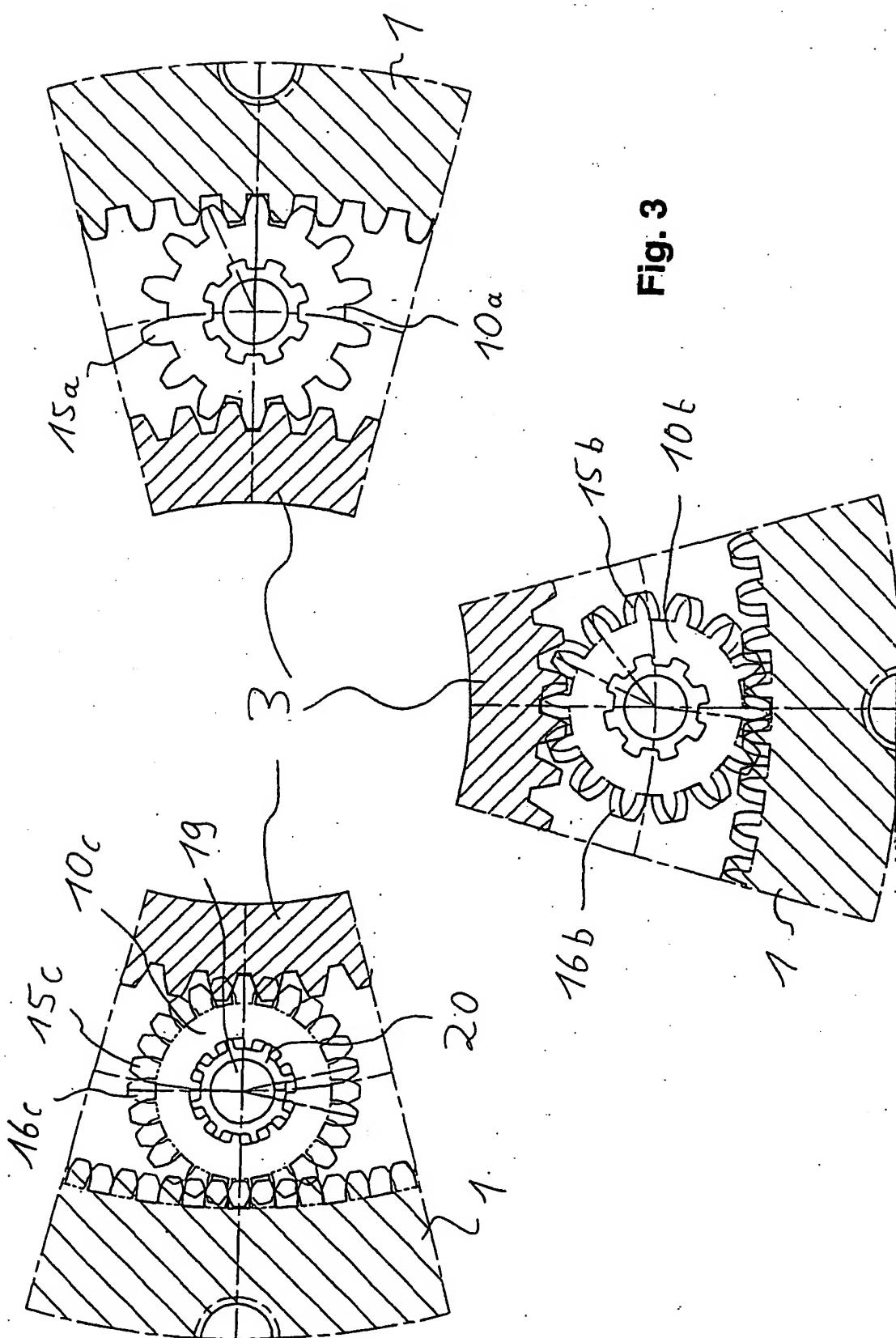


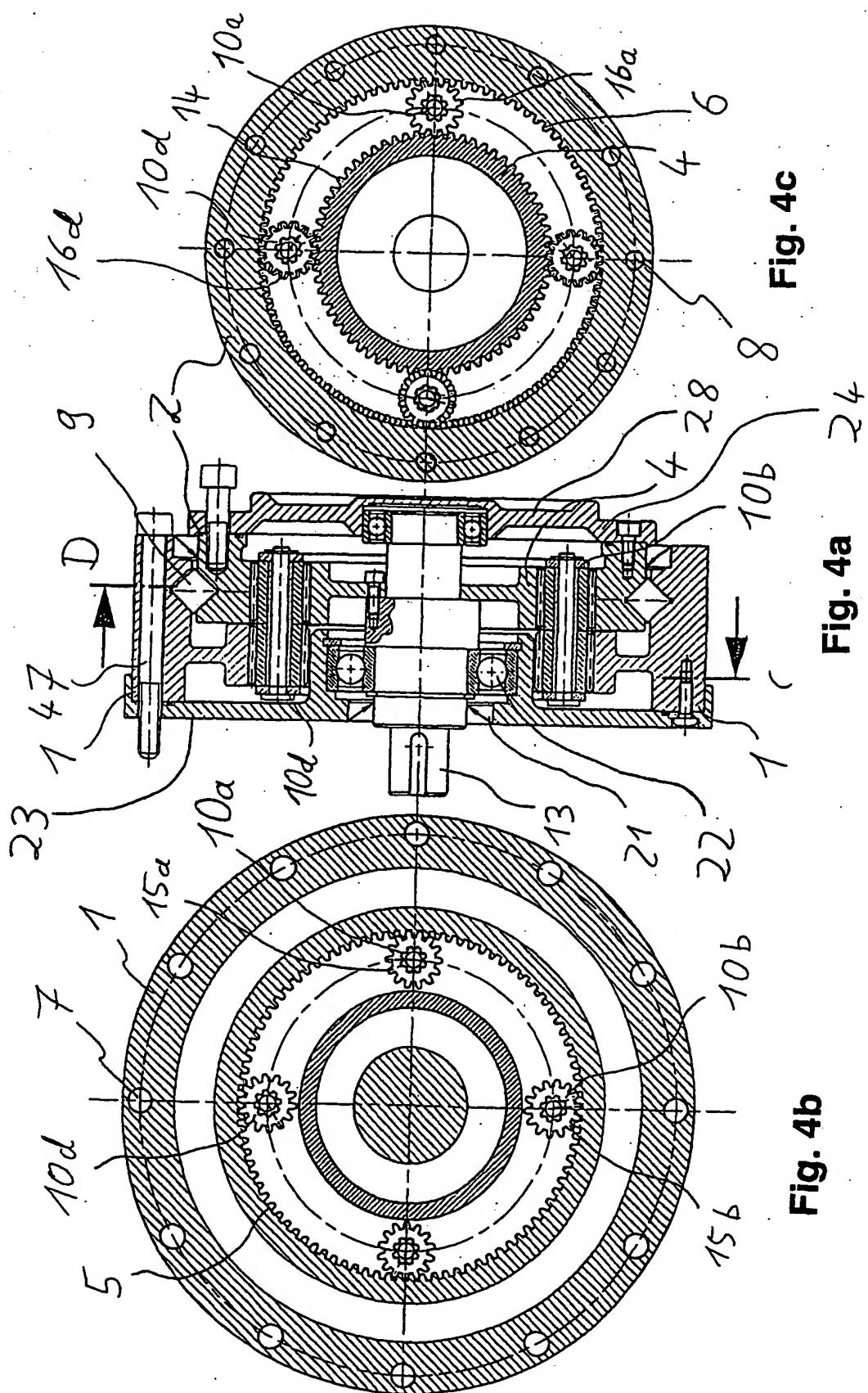
Fig. 2c

Fig. 2a

Fig. 2b



**Fig. 3**



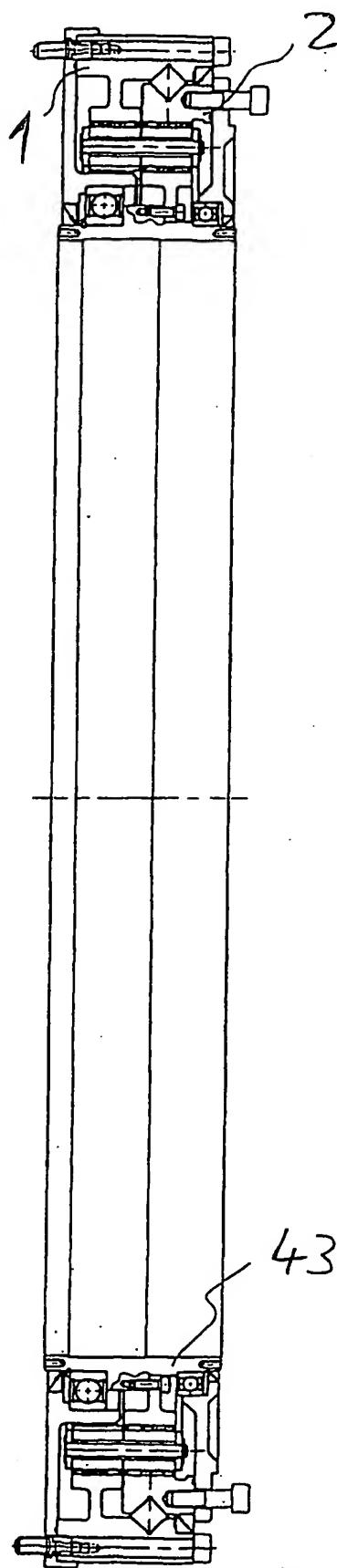


Fig. 5

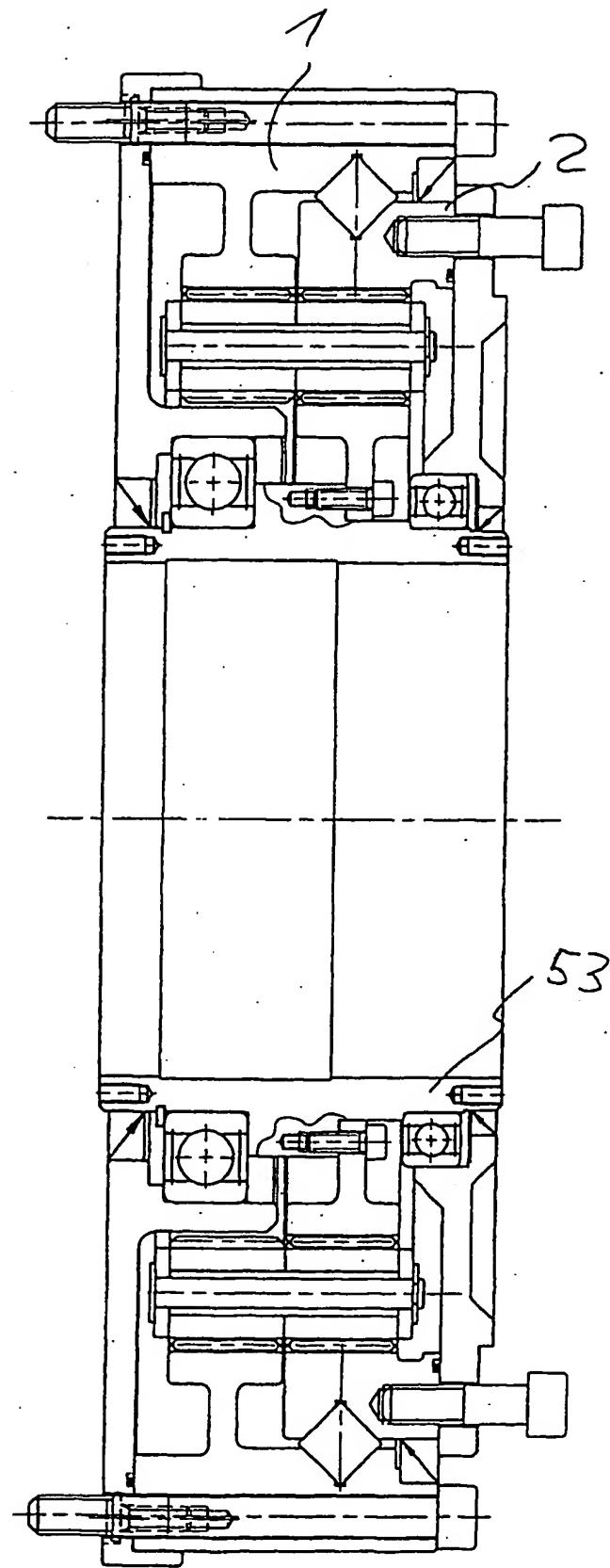
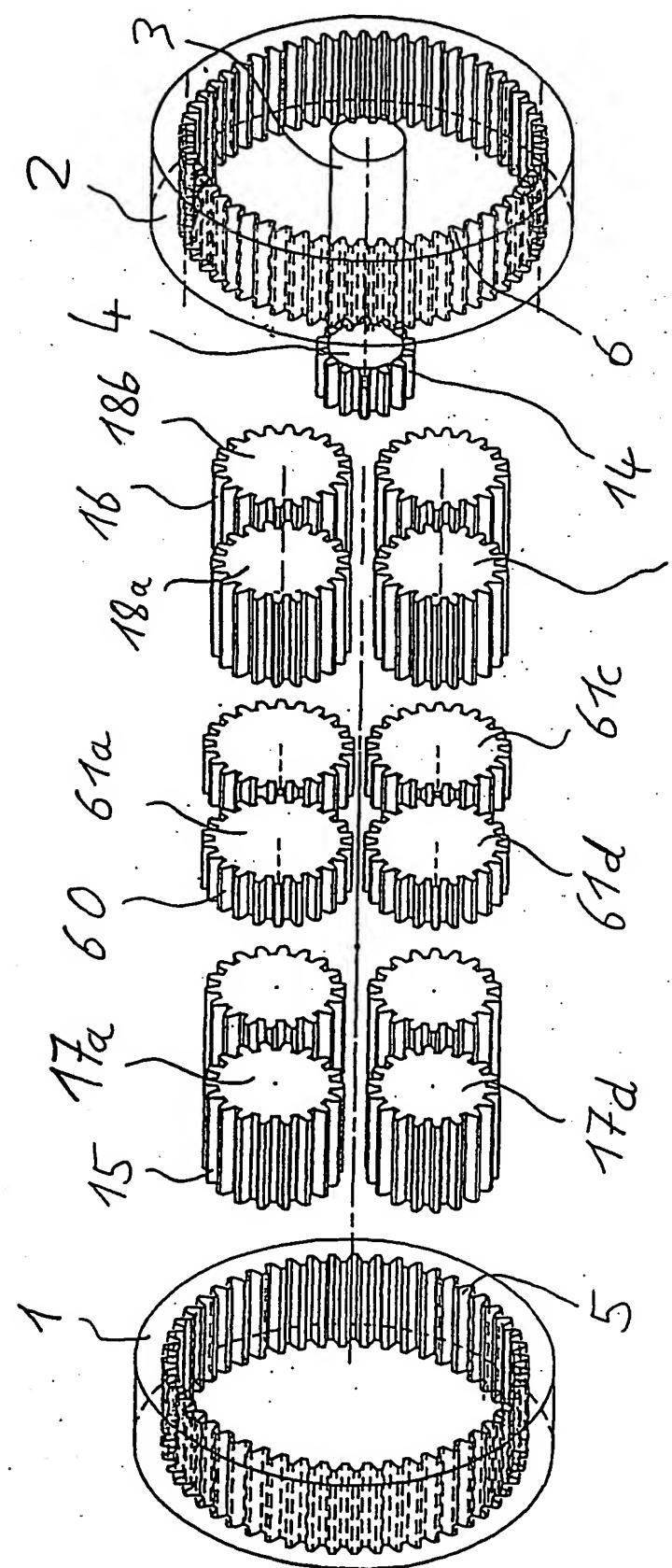
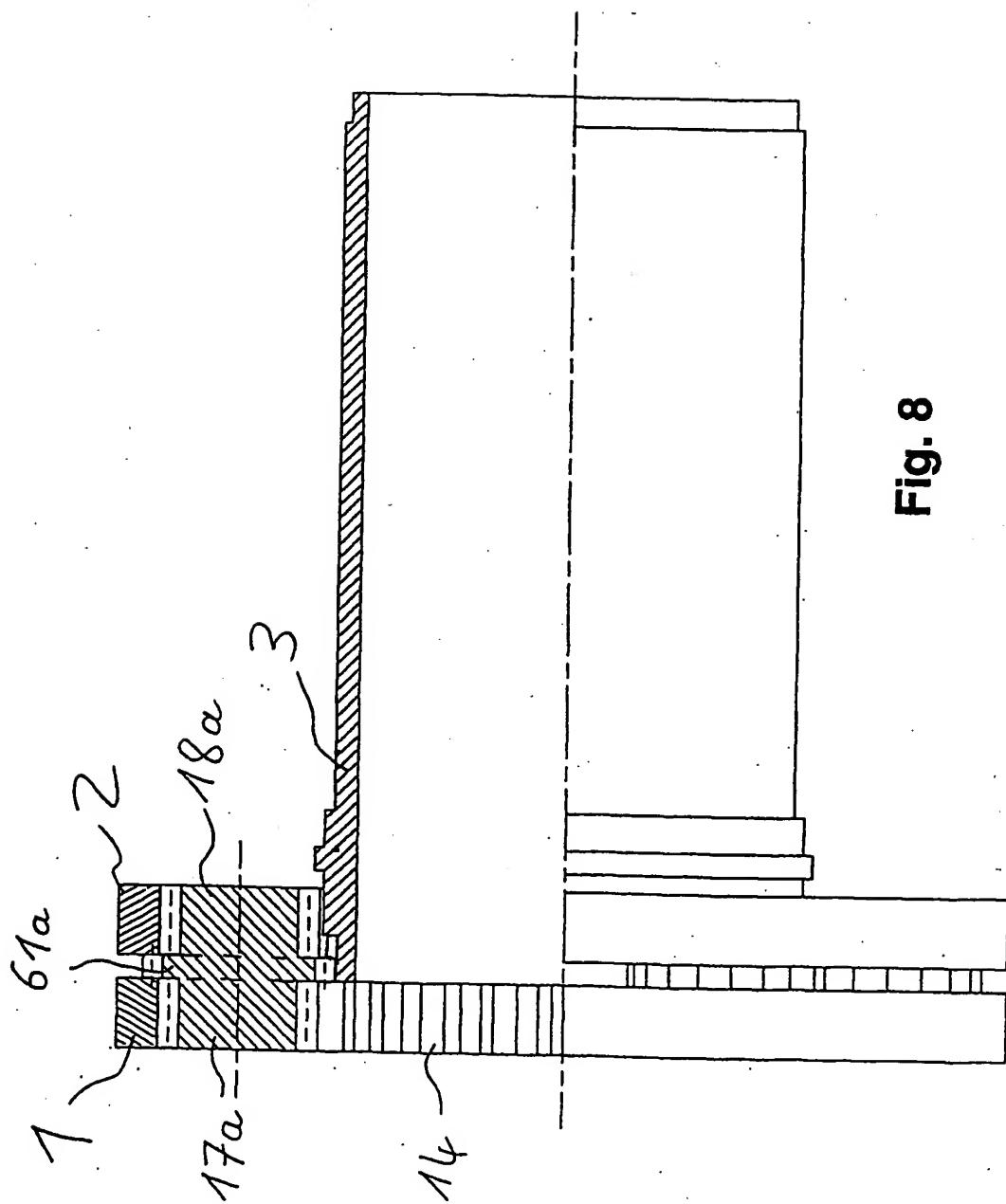


Fig. 6

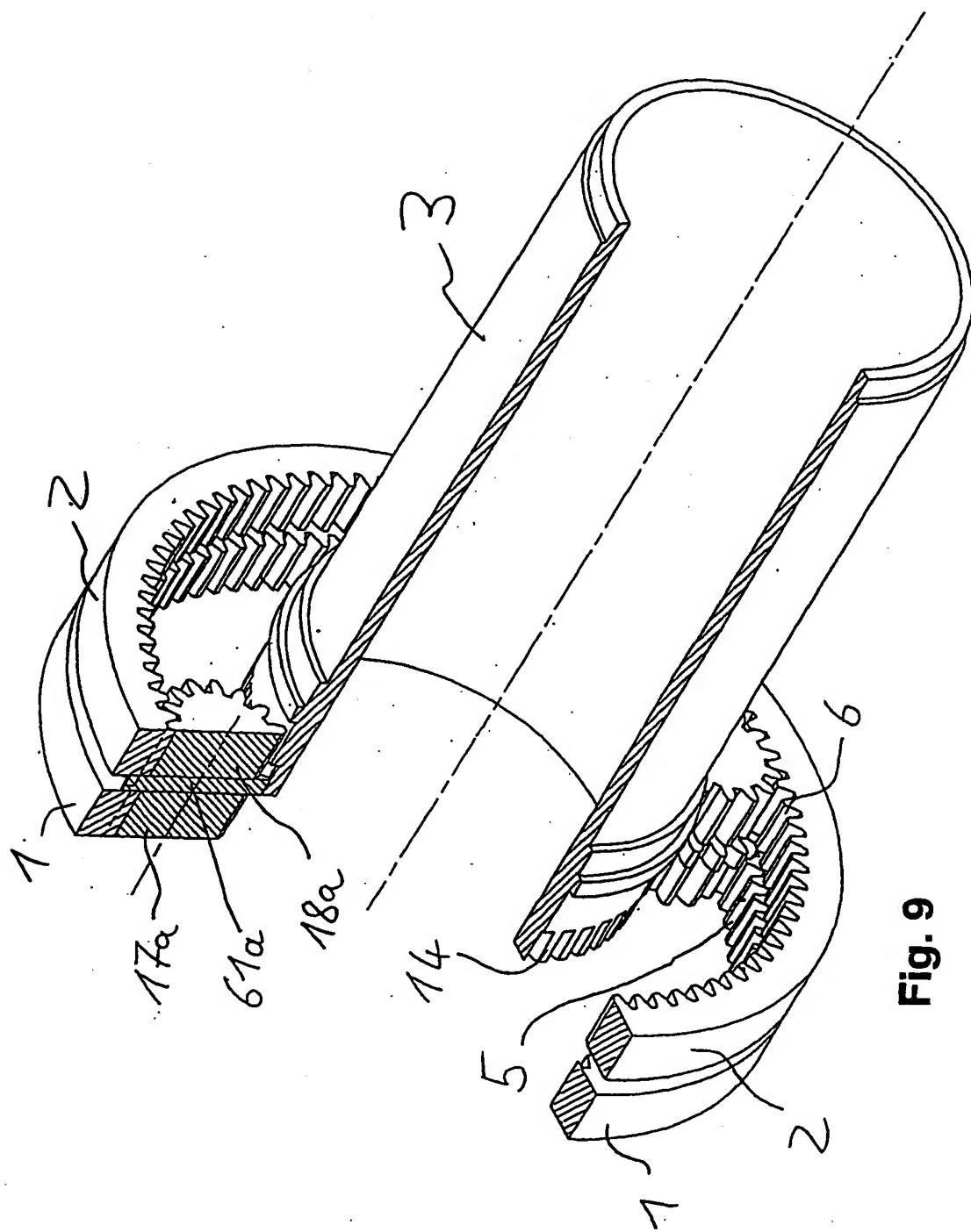


18a

Fig. 7



**Fig. 8**



**Fig. 9**

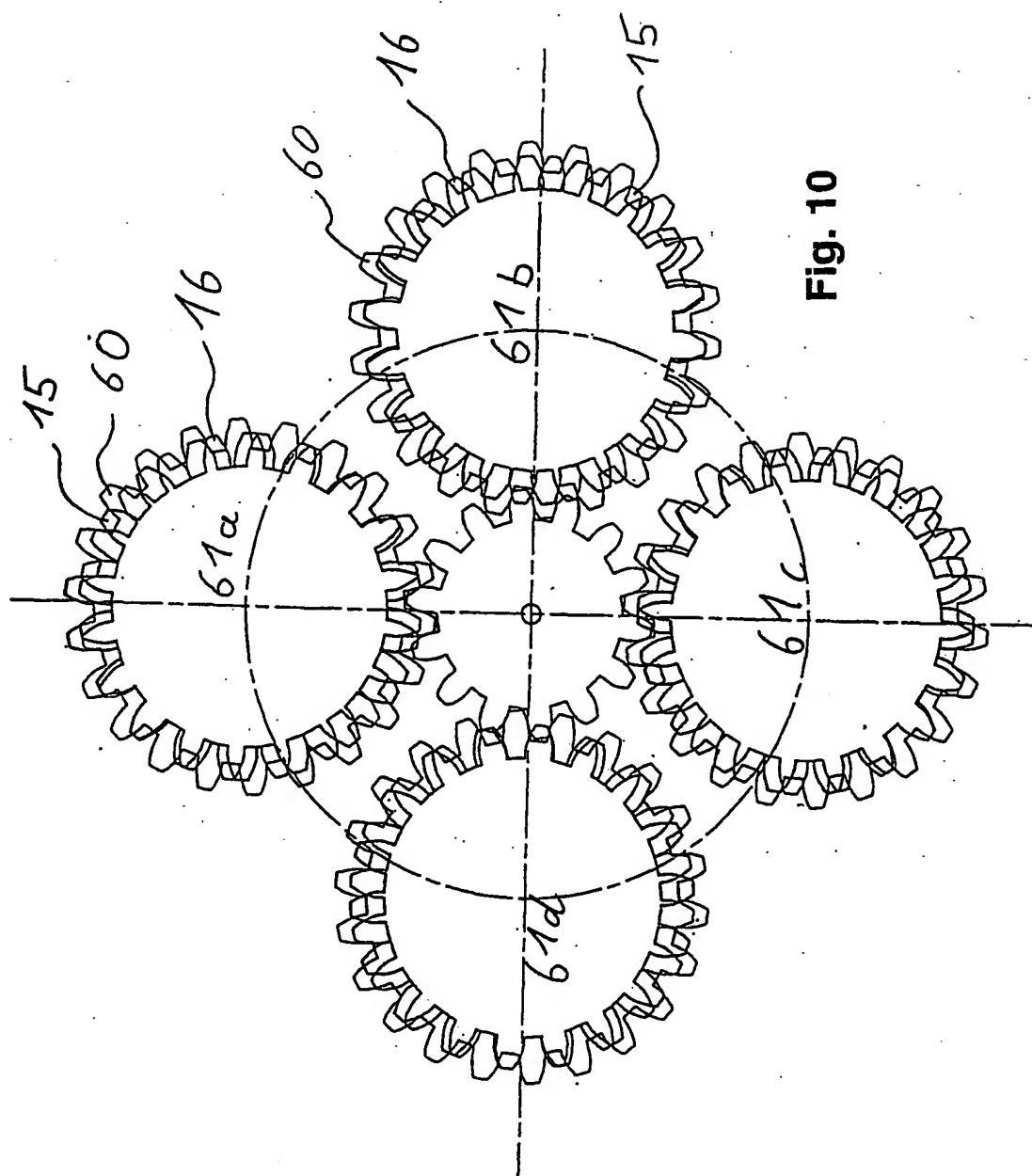


Fig. 10

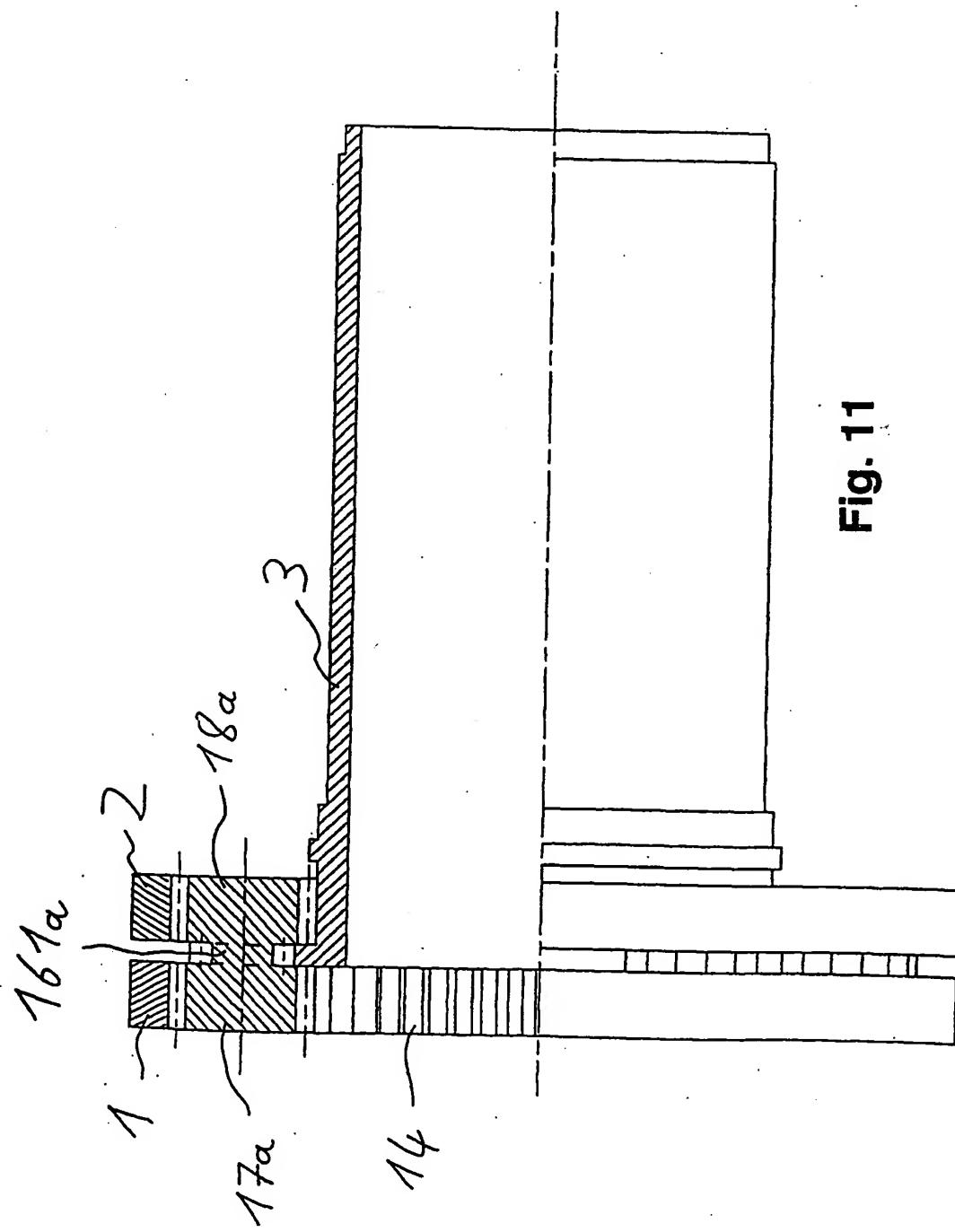
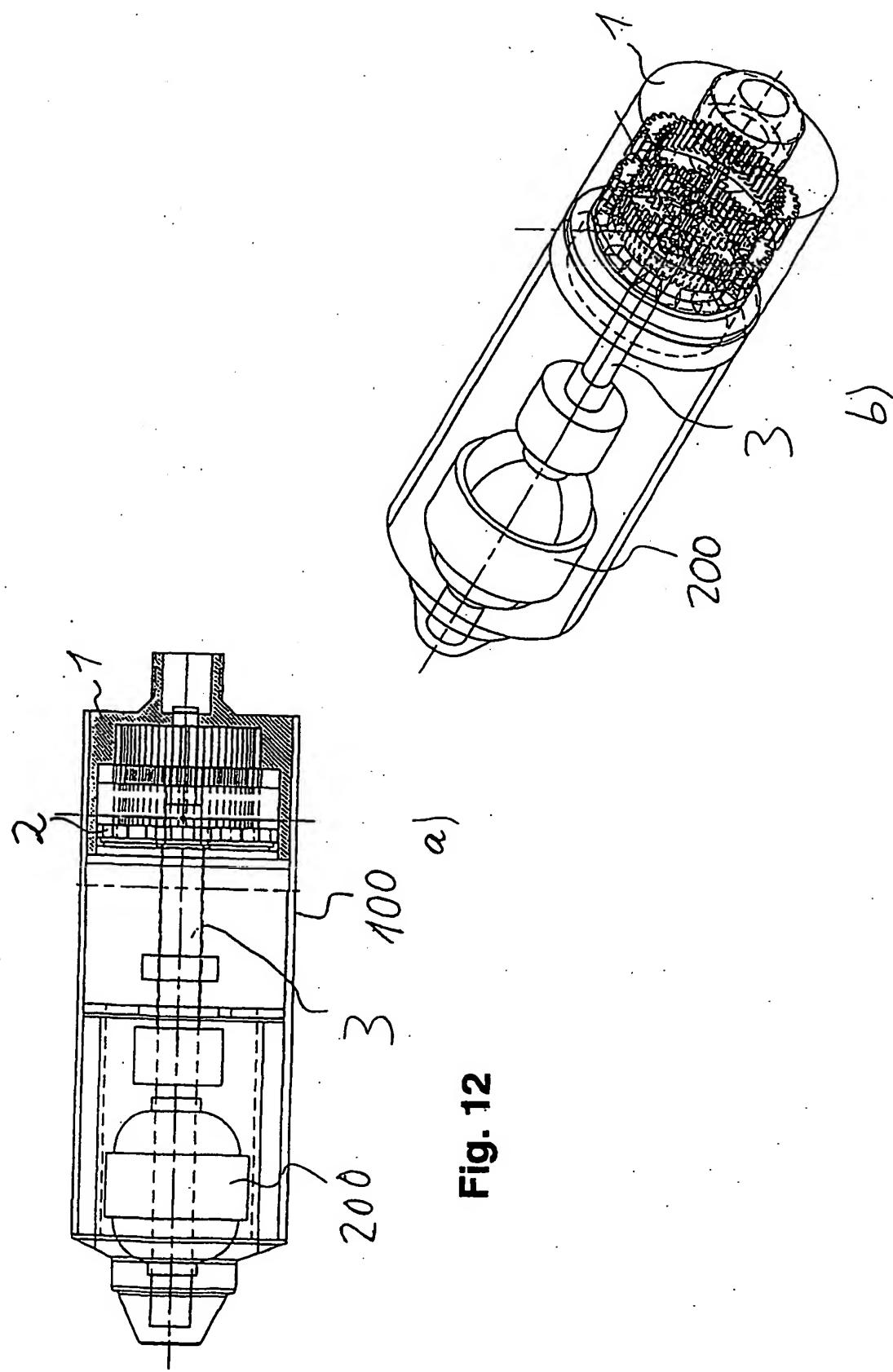
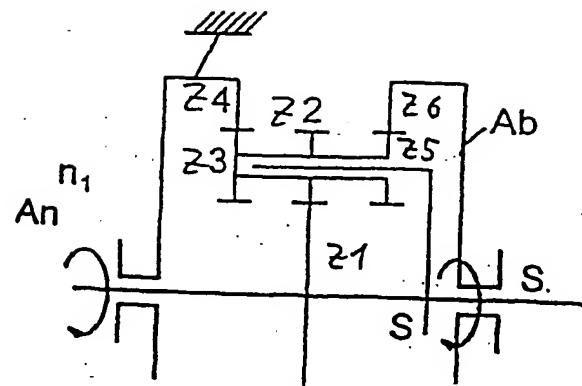


Fig. 11





**Fig. 13**

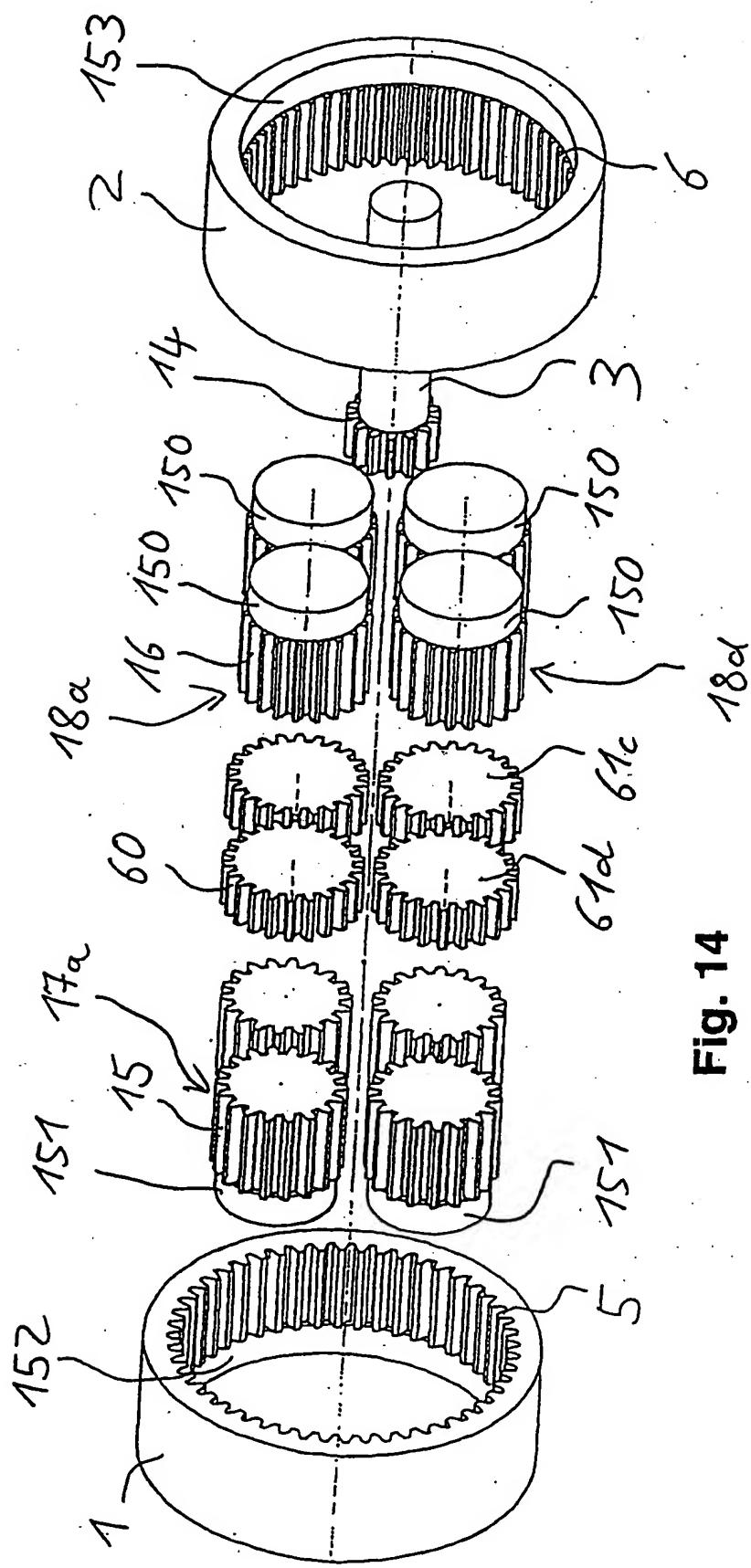
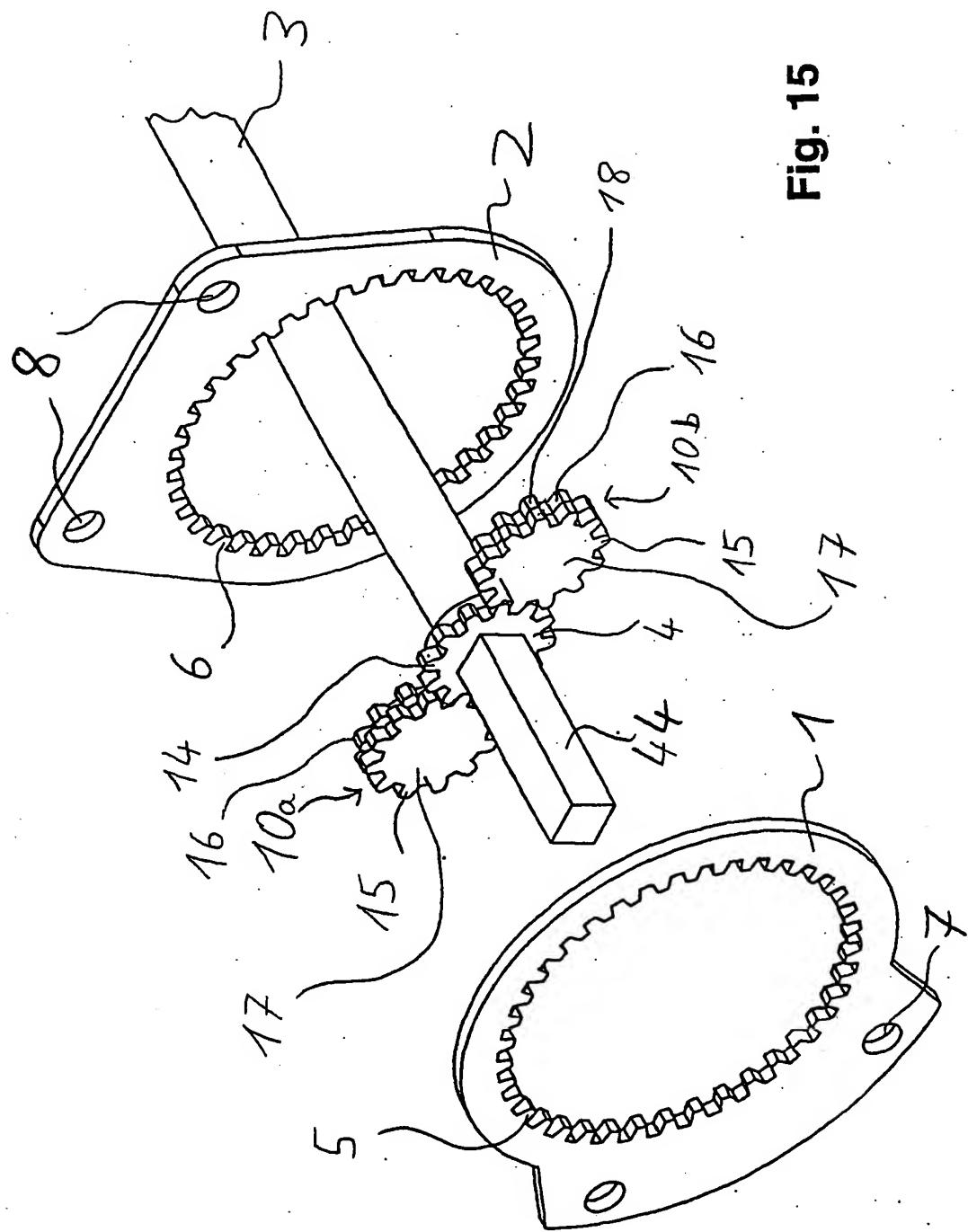


Fig. 14



15  
Fig.

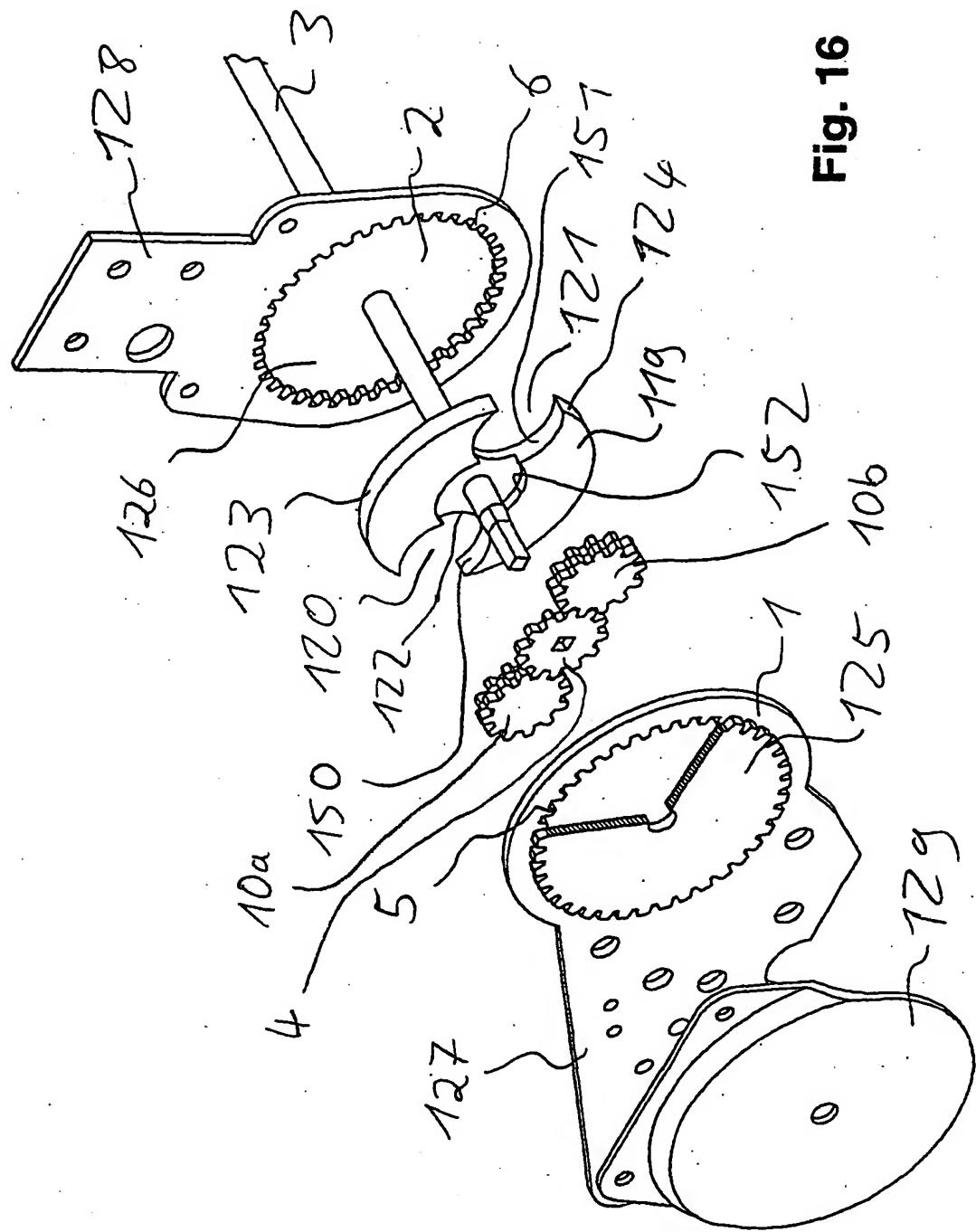
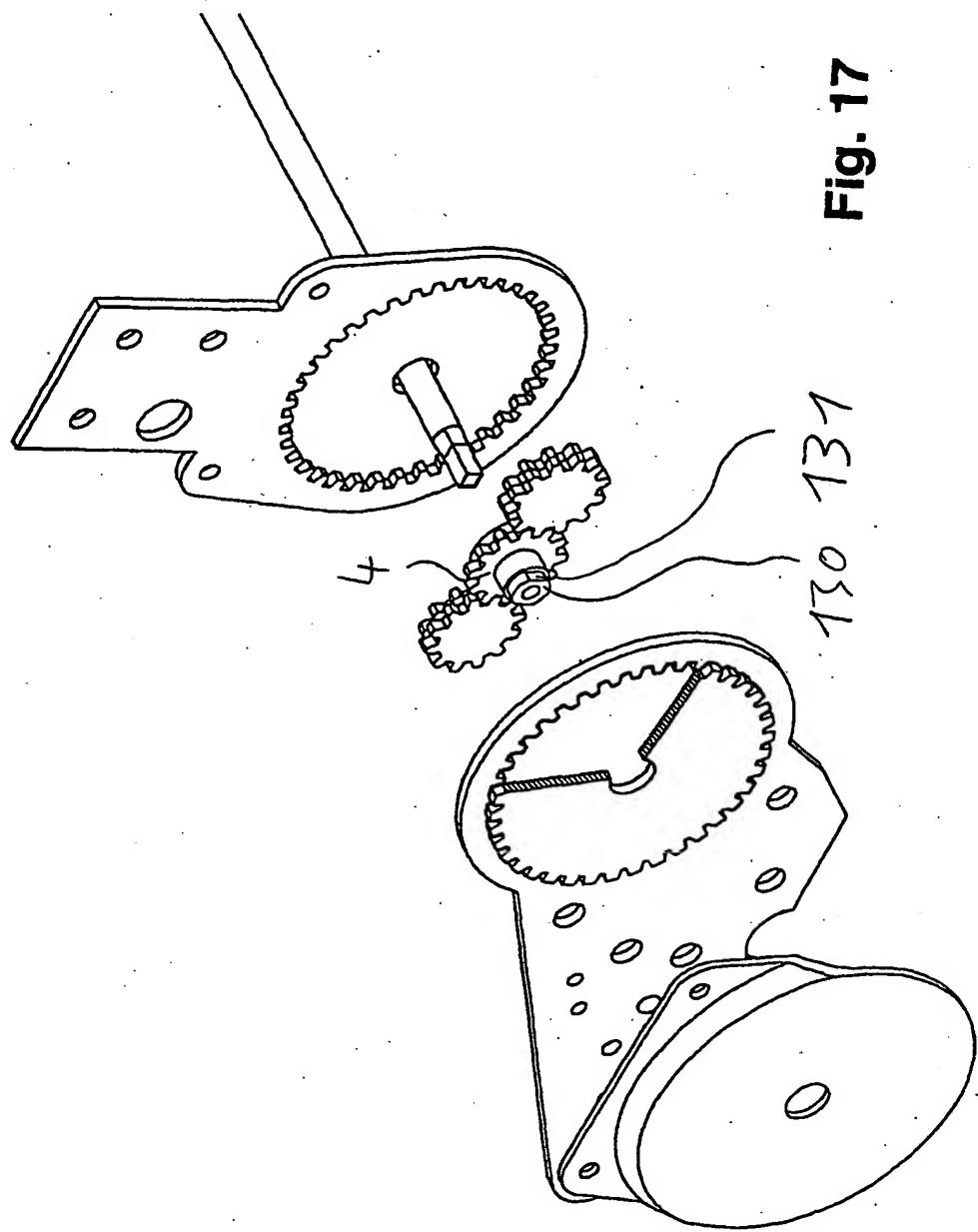
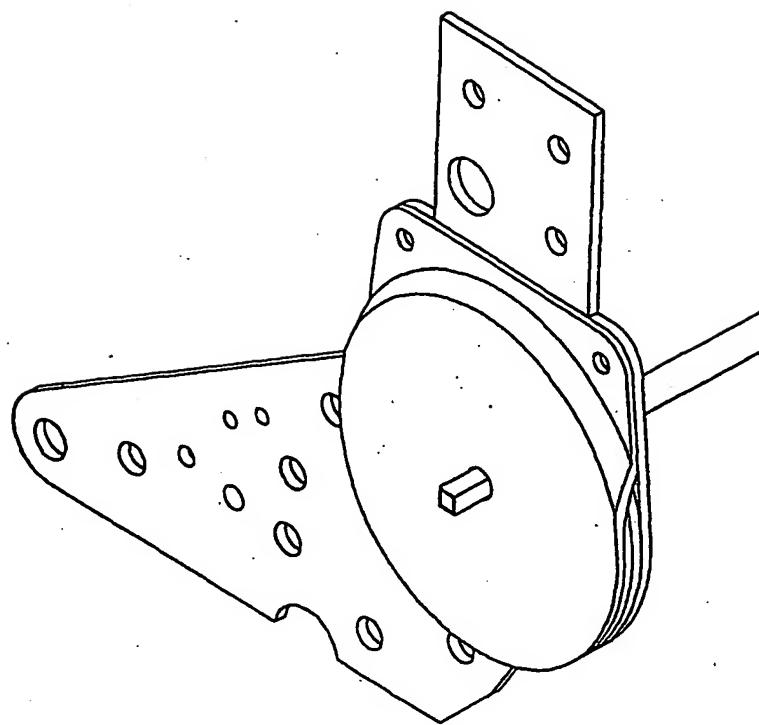


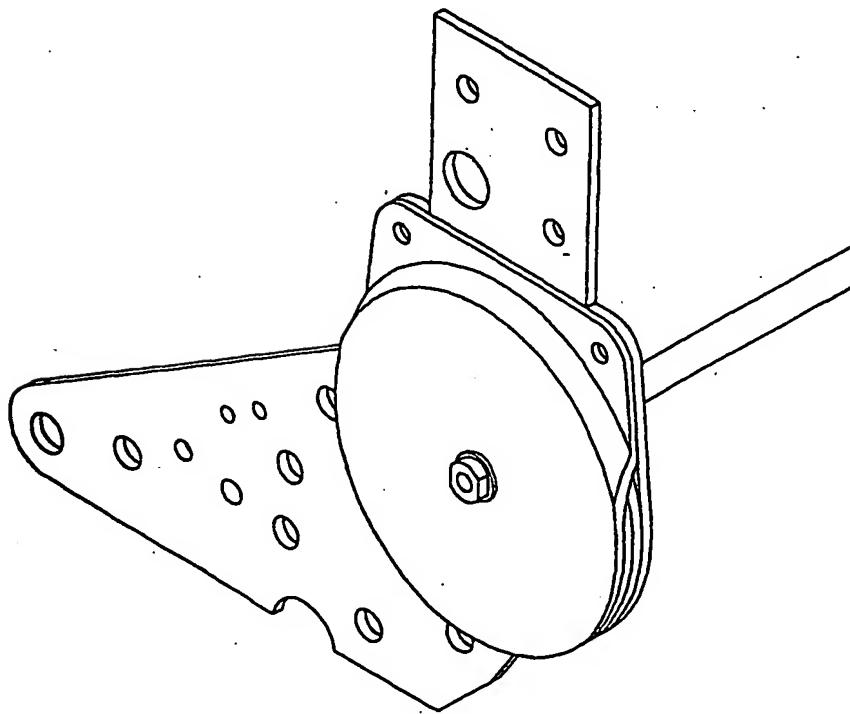
Fig. 17

130 131

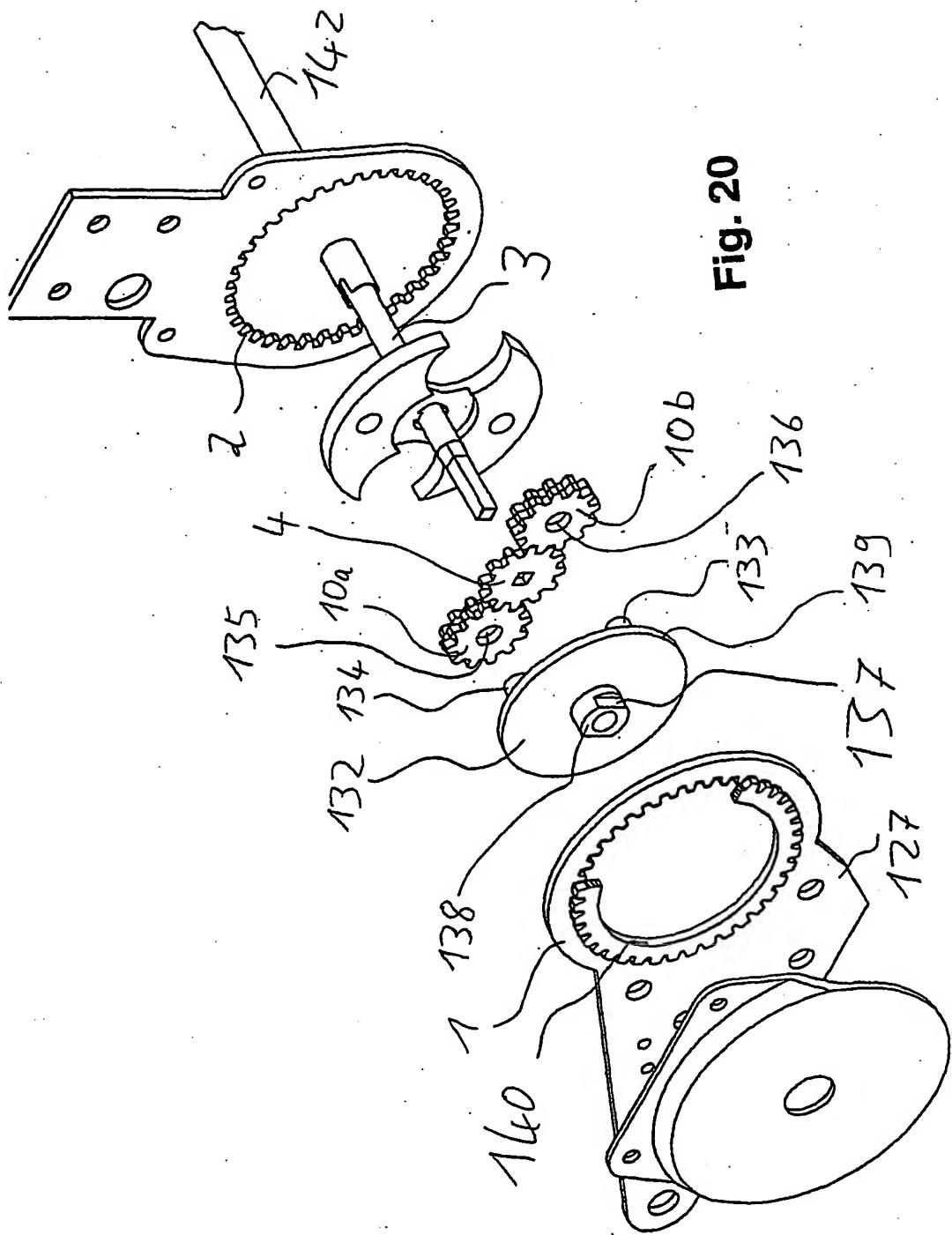




**Fig. 19**



**Fig. 18**



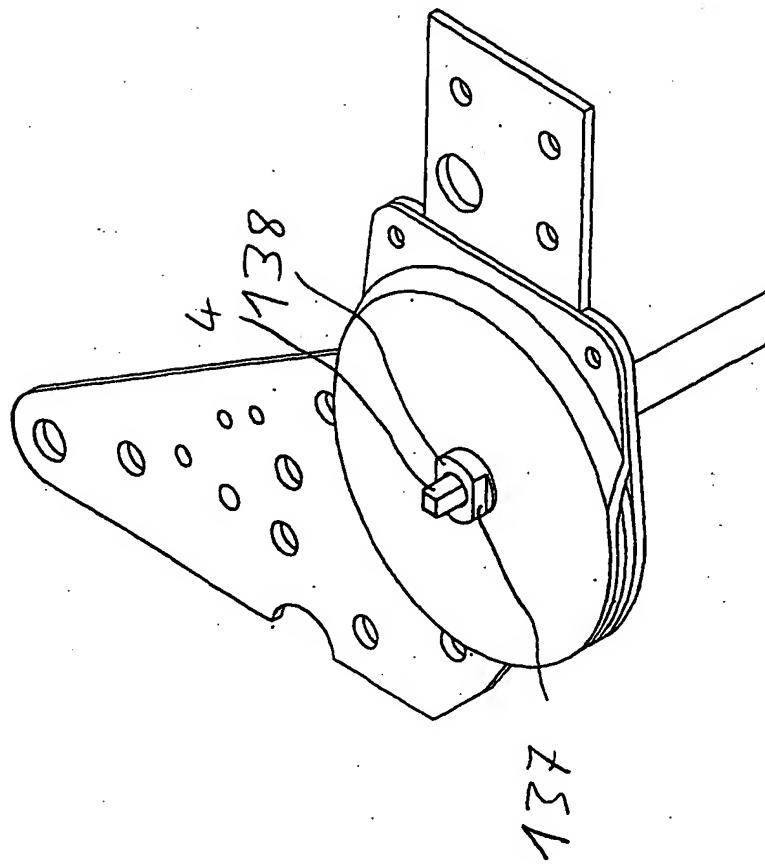


Fig. 21

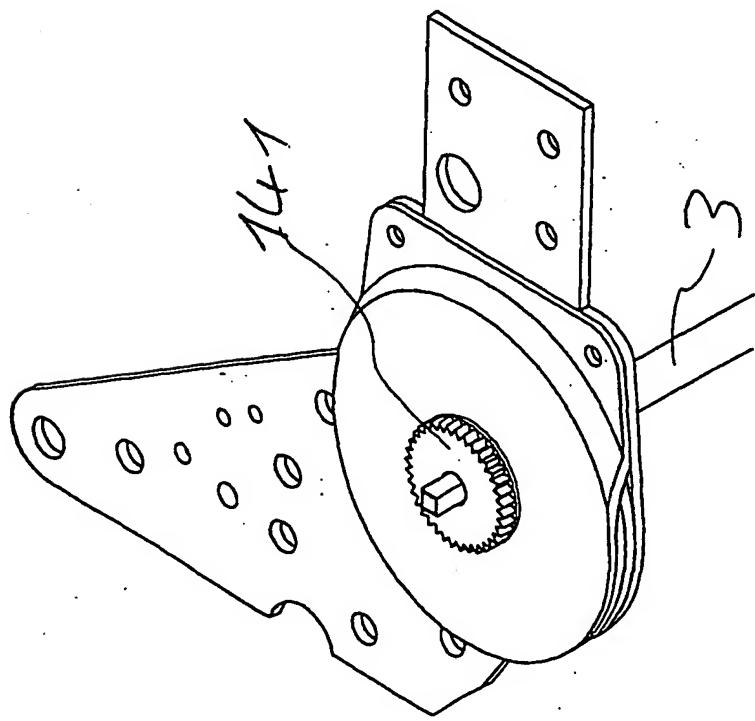
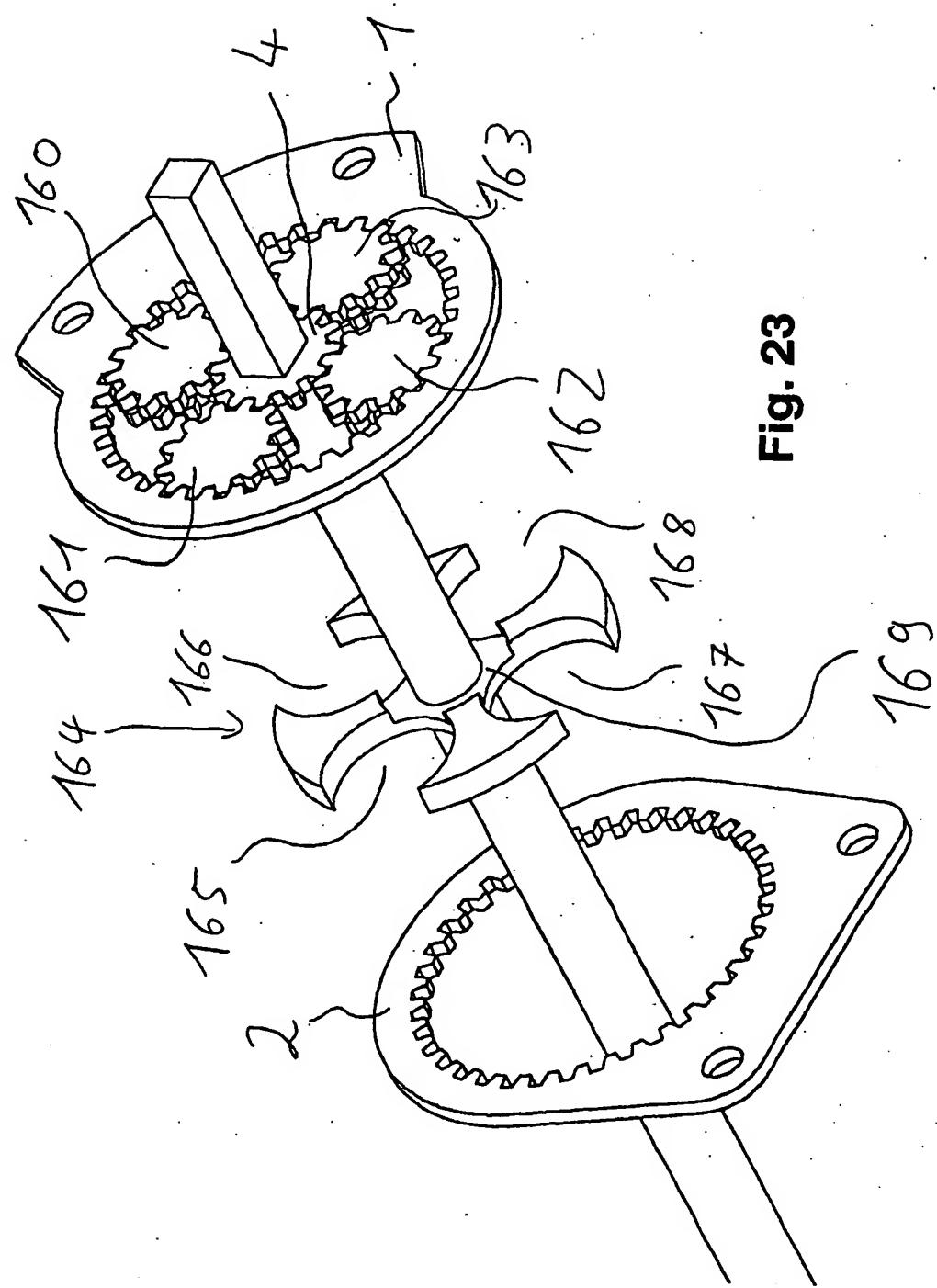


Fig. 22



**Fig. 23**

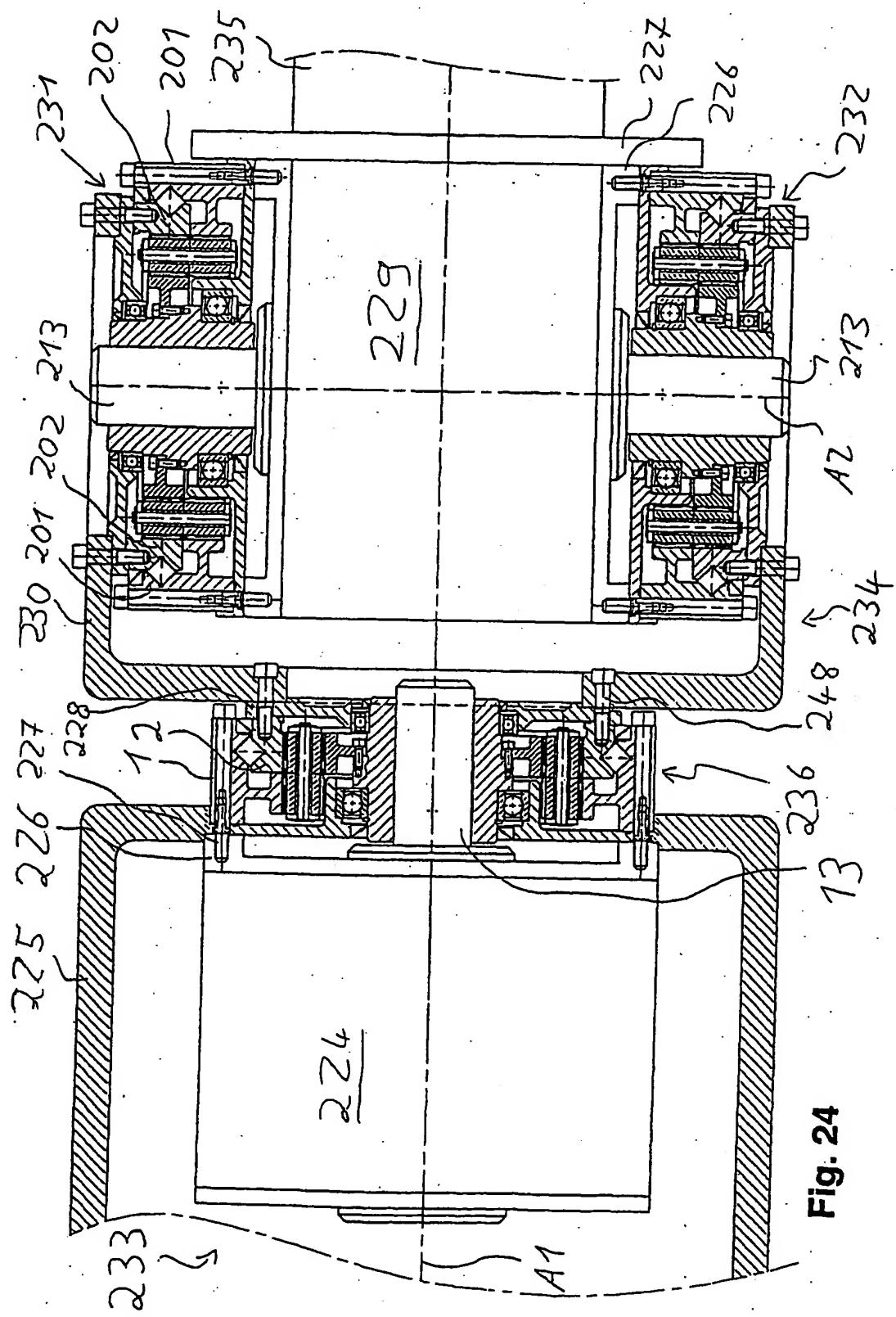


Fig. 24

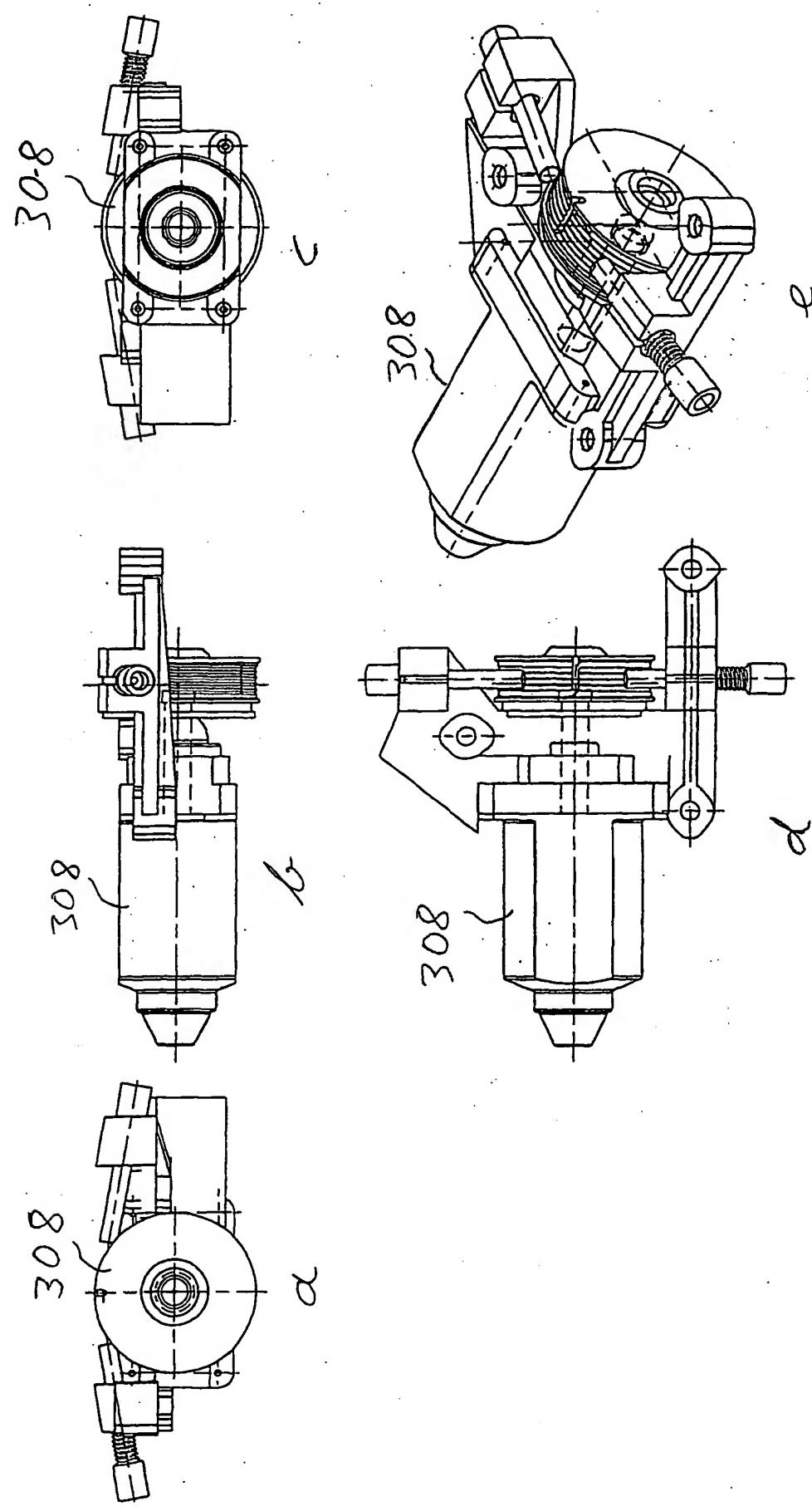


Fig. 25

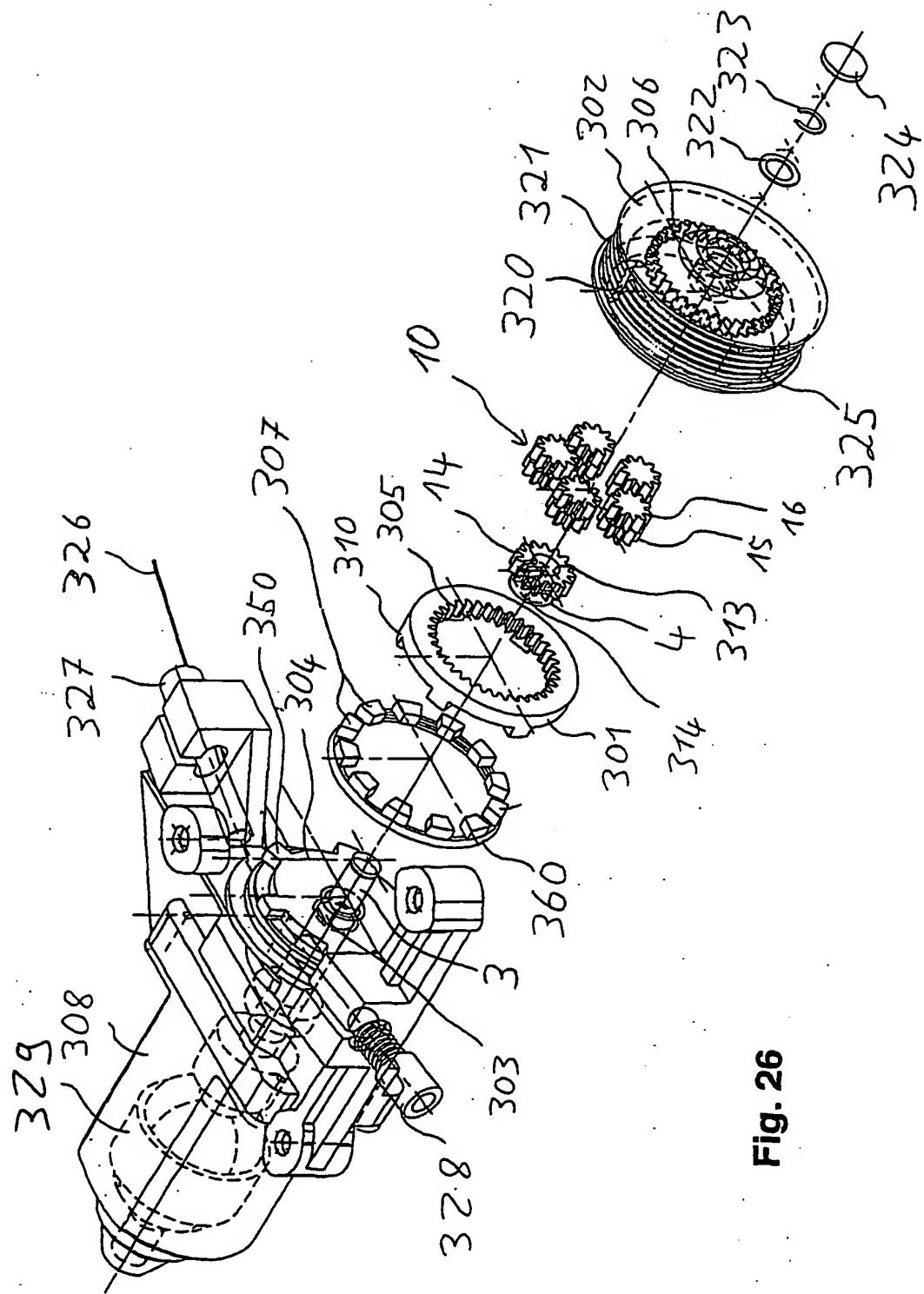
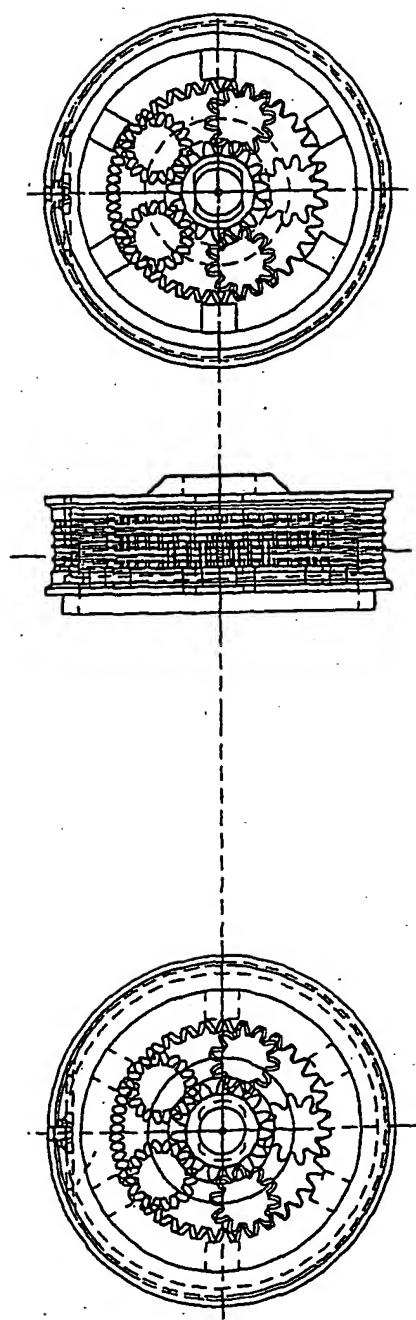
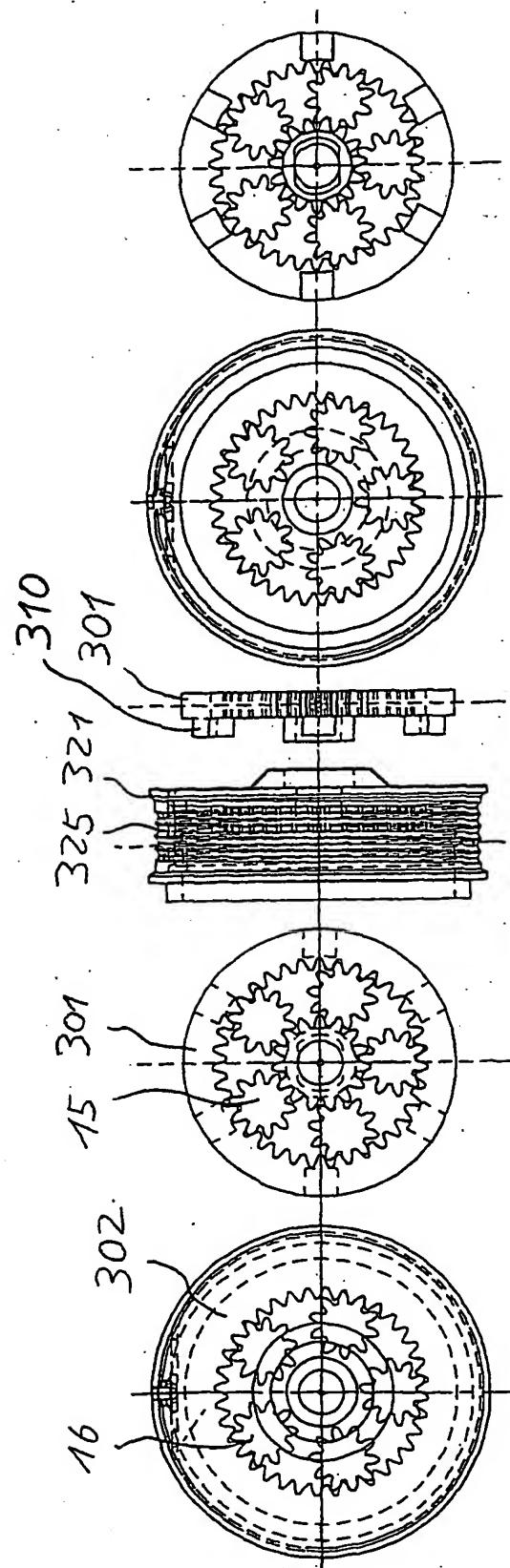
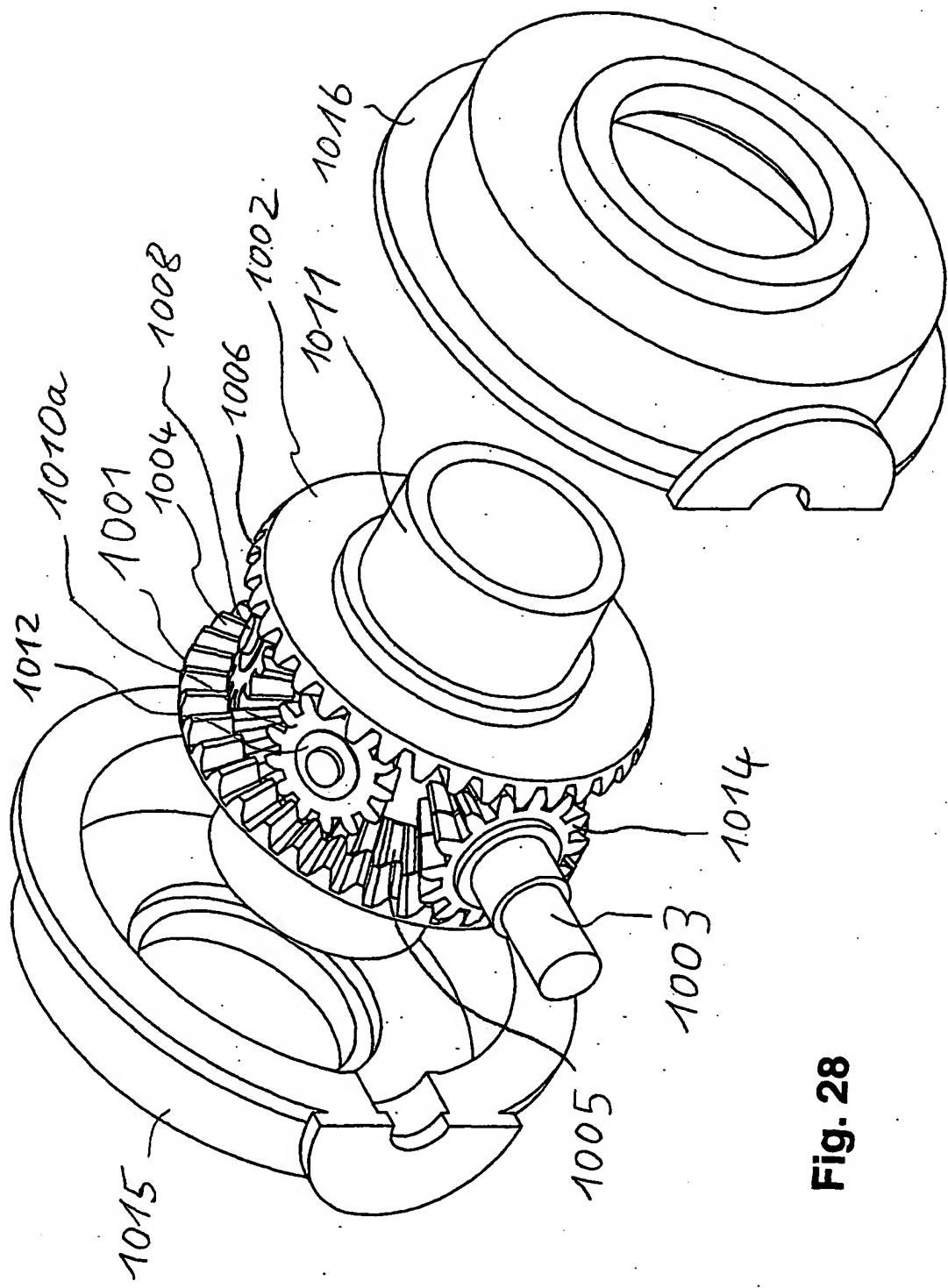


Fig. 26

Fig. 27





**Fig. 28**

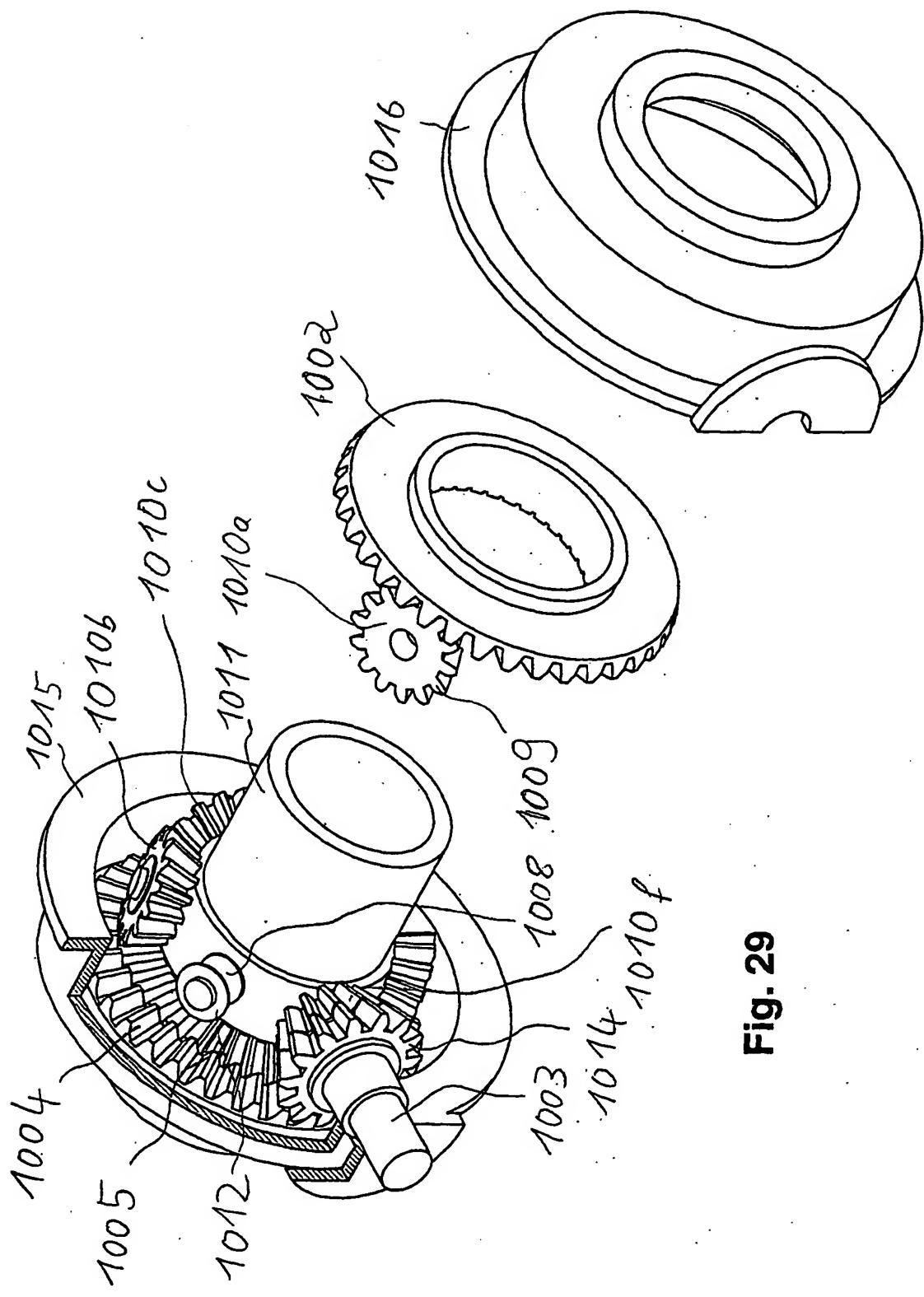
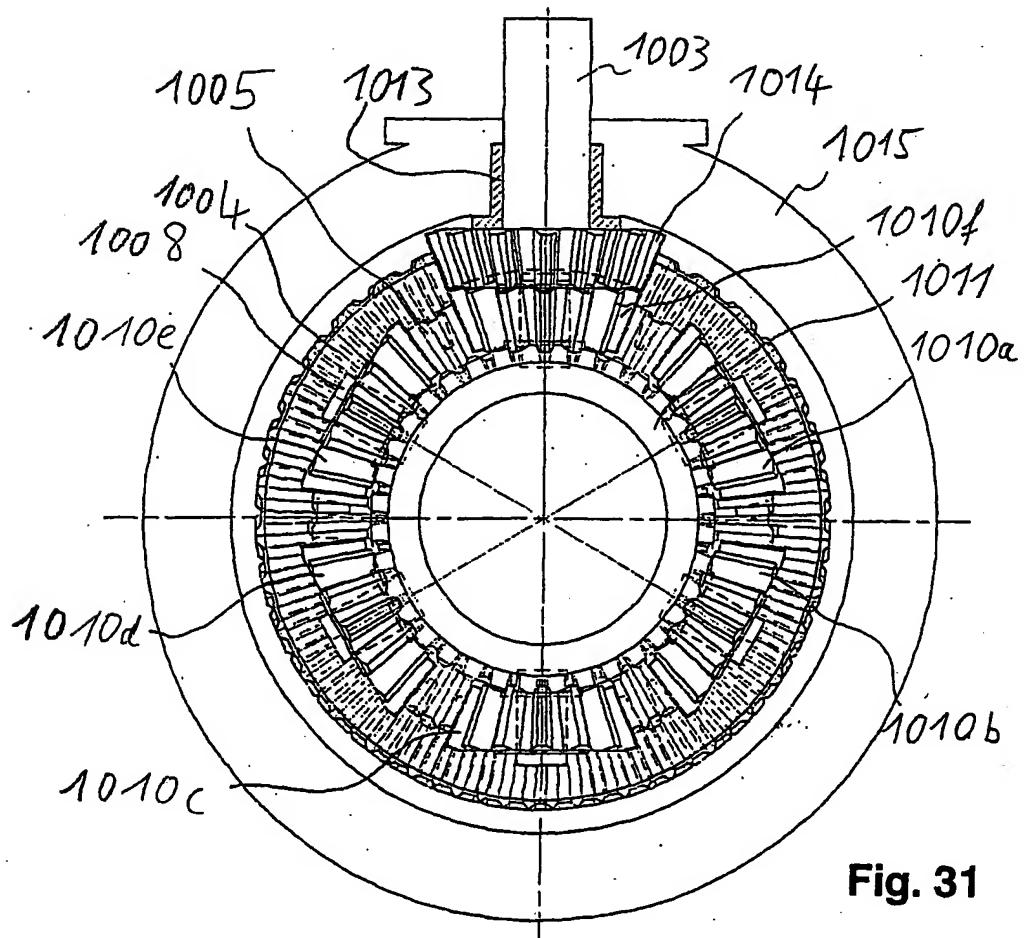
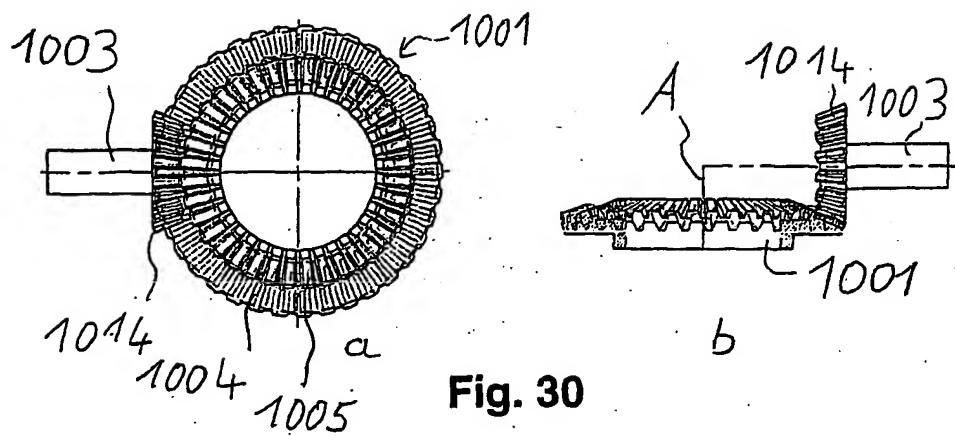
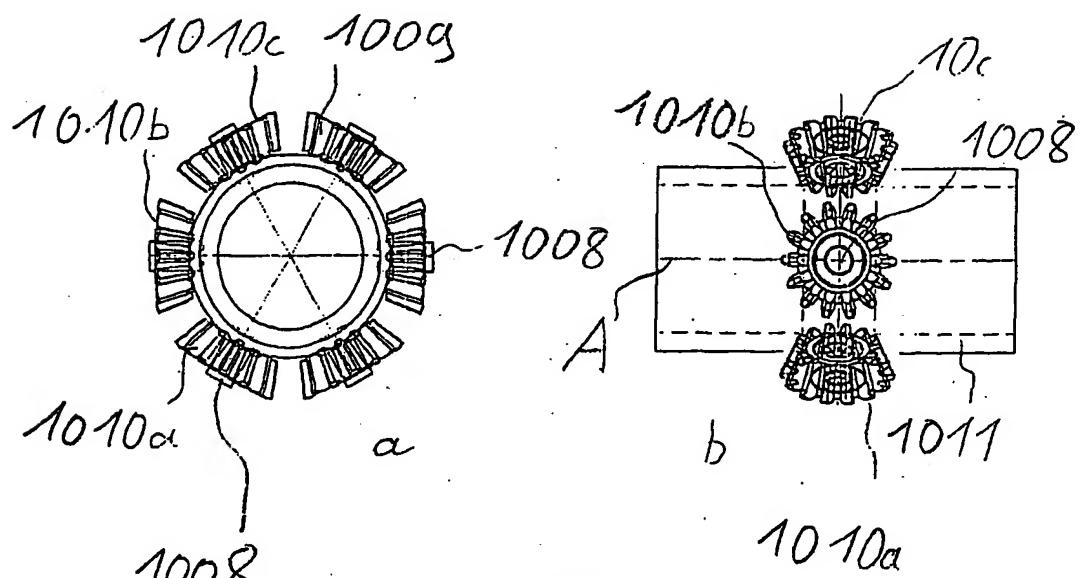


Fig. 29





**Fig. 32**